Nicht für den Austausch

Untersuchungen über den Futterwert und die Futterwirkung von getrockneter Kartoffelpülpe bei der Fütterung an landwirtschaftliche Arbeitspferde unter verschiedenartigen Grundfutterverhältnissen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

Ernst Bizer
aus Ulm a. D.

Breslau 1939

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H. LEIPZIG

Referent: Prof. Dr. P. Ehrenberg
Korreferent: Prof. Dr. W. Zorn
Examen rigorosum: 27. November 1939
Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Diese Arbeit erscheint zugleich in der Zeitschrift „Die Tierernährung“
Band 12, Heft 2, Seite 217–257
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Einführung 217

II. Versuchsvorbereitung 219

1. Ort und Dauer der Versuche 219
2. Versuchstiere 219
   a) Beschreibung 219
   b) Gesundheitszustand 220
   c) Futteraufnahme und Fütterungsart 220
3. Versuchsstall 221

III. Beschreibung der Futtermittel 221

1. Herstellungsweise der Trockenpülpe 221
2. Beschaffenheit 222

IV. Ausnutzungsversuche 223

A. Allgemeine Voraussetzungen für die Ausnutzungsversuche . . . 223

1. Versuchsplan 223
2. Versuchsdauer und Versuchsdurchführung 223
3. Kotauffangen und Kotuntersuchungen 224
4. Arbeitsleistung und Gewichte 225

B. Ausnutzungsversuch mit Trockenpülpe + Süßlupinenheu 227

1. Futtergaben und Fütterungsart 227
2. Versuchsauswertung und Verdauungskoeffizienten 228
3. Stärkewertberechnung 235

C. Ausnutzungsversuch mit Trockenpülpe + grüner Luzerne 236

1. Futtergaben und Fütterungsart 236
2. Versuchsauswertung und Verdauungskoeffizienten, Vergleich mit dem ersten Ausnutzungsversuch 238

V. Fütterungsversuch 247

1. Versuchsplan 247
2. Arbeitsleistung und Bedarf 247
3. Nährstoffgehalt der Futtermittel 248
4. Futtergaben und Fütterungsart 249
5. Wasseraufnahme 252
6. Gewichtsfeststellungen, Arbeitsleistungen und Ernährungszustand 253
7. Möglichkeiten des Einsatzes getrockneter Kartoffelpülpe bei der Fütterung der Arbeitspferde 254

VI. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse 255

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542706_0119

(Aus dem Institut für Haustierfütterung der Staatlichen Versuchs- und Forschungsanstalt für Tierzucht in Kraftborn, Kreis Breslau (Direktor: Prof. Dr. K. Richter)[1])

Untersuchungen über den Futterwert und die Futterwirkung von getrockneter Kartoffelpülpe bei der Fütterung an landwirtschaftliche Arbeitspferde unter verschiedenartigen Grundfutterverhältnissen.

Von

Ernst Bizer.

(Eingegangen am 20. Dezember 1939.)

I. Einführung.

Bei der Gewinnung der Stärke aus Kartoffeln entsteht als Abfall Kartoffelpülpe, die aus Kartoffelfasern und Stärkeresten besteht. Ihre verbreitetste Verwertung findet sie als Futtermittel.

Im ursprünglichen Zustand enthält die frische Kartoffelpülpe etwa 6% Trockenmasse, so daß sie nur in sehr beschränktem Umfange versand- und lagerfähig ist und nur von in unmittelbarer Umgebung der Stärkefabrik liegenden Betrieben als Futtermittel genutzt werden kann. Hier wird sie frisch nach Lagerung in Entwässerungsgruben oder nach Einsäuerung verfüttert, wobei ein Teil des darin enthaltenen Wassers abfließt. Eine Erhöhung des Trockenmassengehaltes auf 30% wird mit besonderen Preßapparaten unmittelbar nach dem Anfallen der frischen Pülpe erreicht. Um die Kartoffelpülpe unbeschränkt lagerfähig und über weite Strecken versandfähig zu machen, wird sie in Trocknungsanlagen getrocknet und kommt dann in den Handel.

Sie besitzt einen Wassergehalt von 12–14% und zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an N-freien Extraktstoffen aus, die nach verschiedenen Angaben hoch verdaulich sind. So fanden F. Honcamp und Mitarbeiter [15] in Versuchen

[1]) Zugleich Dissertation des Agrikulturchemischen und Bakteriologischen Instituts der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Breslau (Direktor: Prof. Dr. P. Ehrenberg).

an 2 Hammeln eine Verdaulichkeit der N-freien Extraktstoffe von 90,4% bei einer Verdaulichkeit der organischen Masse von 81,6%. O. Kellner [17] gibt für Wiederkäuer eine Verdaulichkeit von 84% für N-freie Extraktstoffe und von 72% für organische Masse an. J. J. Ott de Vries [22], der Kartoffelpülpe an zwei Schweinen untersucht, findet 95,6% für N-freie Extraktstoffe. T. Katayama [16] stellte bei Versuchen mit 2 Hähnen Verdauungskoeffizienten von 75,5% für N-freie Extraktstoffe und von 65,9% für organische Masse fest. Das Rohprotein der Kartoffelpülpe war in all diesen Versuchen unverdaulich, während N. Hansson [11] eine Verdaulichkeit von 59% für Rohprotein, 45% für Reineiweiß und 83% für N-freie Extraktstoffe ermittelte. Die Verdaulichkeit der Rohfaser schwankt nach den einzelnen Autoren von 0–36,5%. Ott de Vries [22] fand eine solche von 70,7%.

Außer diesen Verdauungsversuchen wurde die Eignung der Pülpe in folgenden Untersuchungen geprüft.

E. Brouwer [2]. Fütterungsversuche mit Kartoffelpülpe bei Milchvieh. Verfasser bezeichnet Kartoffelpülpe als gutes Futtermittel.

J. Hansen u. Mitarbeiter [10]. Stärkegewinnung aus Kartoffeln ohne Verlust an Nährstoffen. 15 kg Pülpe konnten 15 kg Rüben und 0,33 kg Sojaschrot voll ersetzen.

K. Richter [24]. Mastversuch mit getrockneter Kartoffelpülpe gegen gedämpfte Kartoffeln. Trockenpülpe erwies sich infolge zu hohen Rohfasergehalts und zu geringen Verzehrs durch die Schweine als ungeeignet zur Schweinemast.

W. Stahl und Mitarbeiter [28]. Welchen Wert hat Kartoffelpülpe für die Schweinemast? Verfasser stellen fest, daß frische Kartoffelpülpe für die Schweinefütterung denselben Wert hat, wie sonstige wirtschaftseigene Füllfuttermittel, z. B. Futterrüben und Grünfutter.

O. Kellner [17] gibt allgemeine Fütterungsvorschriften, in denen er als Norm für Mastvieh 30 kg, für Milchvieh 20–25 kg, für Schweine 10 kg frischer Pülpe angibt und empfiehlt Anwärmen, Kochen oder Dämpfen. Von getrockneter Pülpe gibt er für Pferde 2,5–3,5 kg, für Mast- und Milchvieh 2 kg als zweckmäßige Gaben an. P. Holdefleiss [13] empfiehlt für Milchkühe 75 kg frische Pülpe, in heißem Zustand verfüttert.

Die jährlich in Deutschland anfallende Menge getrockneter Kartoffelpülpe ist recht beträchtlich. Da sie zur Herstellung von Mischfuttermitteln nach den von der Hauptvereinigung der Deutschen Getreide- und Futtermittelwirtschaft herausgegebenen Normentafeln nur noch beschränkt zulässig ist, muß für sie eine andere Verwertungsmöglichkeit gefunden werden. Da Trockenpülpe als kohlenhydratreiches und eiweißarmes Futtermittel besonders zur Verfütterung an Arbeitstiere geeignet erschien, wurden Verdaulichkeit, Futterwert und Futterwirkung getrockneter Kartoffelpülpe von mir bei Verfütterung an schwere landwirtschaftliche Arbeitspferde überprüft. Der Trockenpülpe würde hier die Aufgabe zufallen, als Stärkewertergänzung von eiweißreicheren Futtermitteln zu dienen. Daher wurden unter völliger Einschränkung der Hafergaben im ersten Versuchsabschnitt Süßlupinen-

heu und im zweiten Abschnitt grüne Luzerne als besonders eiweißreiche Futtermittel verabreicht. Die Unterteilung in 2 Versuchsabschnitte sollte klären, inwieweit Trockenpülpe bei verschiedenartigem Grundfutter als Ergänzungsfutter Verwendung finden kann. Zur Ermittelung des Futterwertes von Trockenpülpe wurden zwei Ausnutzungsversuche durchgeführt, gleichlaufend mit dem Fütterungsversuch mit Süßlupinenheu + Trockenpülpe und grüner Luzerne + Trockenpülpe, da es möglich erschien, daß Trockenpülpe als Beifutter bei Trockenfütterung und bei Grünfütterung vom Pferde verschieden verdaut würde.

II. Versuchsvorbereitung.

1. Ort und Dauer der Versuche.

Die Versuche wurden am Institut für Haustierfütterung im Rahmen des landwirtschaftlichen Betriebs der staatl. Versuchs- und Forschungsanstalt für Tierzucht in Kraftborn, Krs. Breslau, durchgeführt. Der Ausnutzungsversuch mit Trockenpülpe und Süßlupinenheu lief vom 22. 6.–30. 6. 1939, der mit Trockenpülpe und grüner Luzerne vom 15. 7.–23. 7. 1939. Der Fütterungsversuch wurde je 8 Wochen mit Trockenpülpe und Süßlupinenheu vom 6. 5.–1. 7. 1939 und mit Trockenpülpe und grüner Luzerne vom 4. 7.–29. 8. 1939 durchgeführt.

2. Versuchstiere.

a) Beschreibung.

Zur Versuchsdurchführung wurden aus den 40 Arbeitspferden der Forschungsanstalt 8 Pferde ausgewählt. Sie gehörten der Rasse nach dem deutschen Kaltblut an, waren in der eigenen Wirtschaft gezogen und hatten während der Dauer des Versuchs sämtliche vorkommenden landwirtschaftlichen Arbeiten zu verrich-

Übersicht 1.
Angaben über die einzelnen Versuchspferde.
Pülpepferde = P, Wirtschaftsfutterpferde = H.

Gespann	Name	Geschlecht	Geburtsdatum	Vater	Anfangsgewicht kg
1	Feine H_1	weibl.	20. 4. 1934	Nervussohn	661
	Grinsel P_1	„	17. 3. 1934	„	678
2	Harras H_2	Wallach	1931	„	542
	Fahne P_2	weibl.	9. 4. 1933	„	623
3	Garbo H_3	„	4. 4. 1932	Männerzorn	670
	Fabel P_3	„	17. 4. 1932	„	680
4	Agnes H_4	„	3. 4. 1926	„	595
	Berta P_4	„	7. 3. 1931	„	668

ten. Die Pferde waren in vier nach Abstammung, Alter, Gewicht, Lebhaftigkeit und Arbeitswilligkeit möglichst ausgeglichene Gespanne eingeteilt. Sie waren aneinander gewöhnt, da sie schon vorher wie im Verlauf des Versuchs gespannweise zusammen gingen.

Am besten paßten Gespann 1 und 3 zusammen. Sie waren hinsichtlich Alter, Gewicht und Lebhaftigkeit einander fast völlig gleich und wurden deshalb auch zur Durchführung der Ausnutzungsversuche herangezogen.

Während des ganzen Versuchs wurde darauf geachtet, daß die Pferde in den Gespannen gleichmäßig zogen und daß die Arbeitsleistung der einzelnen Gespanne möglichst gleichartig war.

b) Gesundheitszustand.

Eine tierärztliche Untersuchung brachte keine Mängel zutage, Herz- und Lungentätigkeit der Tiere war ordnungsmäßig, das Gebiß ohne Fehler, häufigere Körpertemperaturmessungen ließen keine anomalen Schwankungen erkennen. Eine Wurmkur mit 10 g Brechweinstein, vorsichtshalber vor Beginn der Ausnutzungsversuche durchgeführt, verlief ergebnislos. Irgendwelche Besonderheiten, Verdauungsstörungen oder abnorme Beschaffenheit des Kotes waren während der Dauer des Versuchs nicht zu verzeichnen. Der Ernährungszustand war bei den Gespannen 2 und 4 während der ganzen Versuchszeit gut. Die beiden anderen Gespanne magerten während der Verdauungsversuche, die schnell aufeinander folgten und im zweiten Versuche mit zu niedrigen Futtergaben verbunden waren, etwas ab, erholten sich aber schnell wieder, so daß auch bei ihnen der Ernährungszustand zu Versuchsende als gut zu bezeichnen war. Stärkeres Schwitzen, geringere Arbeitswilligkeit und schnellere Ermüdungserscheinungen der P-Pferde gegenüber den H-Pferden konnte in keinem Falle festgestellt werden.

c) Futteraufnahme und Fütterungsart.

Während das übrige Futter stets restlos verzehrt wurde, war die Aufnahme der Trockenpülpe bei Versuchsbeginn weniger freudig. Die Tiere mußten in allmählichem Übergang an das Versuchsfutter gewöhnt werden. Auch nach dieser Angewöhnungszeit waren an manchen Tagen bei einzelnen Pferden Pülpereste zurückzuwiegen. Da die Pferde stets Wasser in Selbsttränken und Wasserbottichen zur Verfügung hatten, wurde das Futter trocken verabreicht, aber auch vorheriges Anfeuchten der Pülpe vermochte die Freßlust nicht zu steigern. Der Grund dürfte in dem faden und ausdruckslosen, fast sägemehlartigen Geschmack der Trockenpülpe zu finden sein. Bei der Futteraufnahme spielen individuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Pferden eine gewisse Rolle. Während P_1 nach kurzer Angewöhnung im Versuchsverlauf das ganze Futter immer restlos verzehrte, waren bei P_3 geringere, bei P_2 und P_4 einige Male etwas größere Trockenpülpemengen zurückzuwiegen. Die Normalpferde verzehrten ihr Futter stets restlos.

Im ersten Versuchsabschnitt wurde bei den Pferden Agnes und Berta vom 22. 5.–11. 6. = 21 Tage und bei den Pferden Feine-Grinsel und Garbo-Fabel wäh-

rend der Ausnutzungsversuche und im zweiten Versuchsabschnitt die Wasseraufnahme gemessen. Da die Pferde durch Selbsttränken an beliebige Wasseraufnahme während der ganzen Futterzeit gewöhnt waren, war ein Tränken aus Eimern unmöglich. Deshalb mußten Bottiche beschafft werden, die in die Stände gestellt wurden. Nach jeder Futterzeit wurde die von den Pferden aus den Bottichen entnommene Wassermenge gemessen.

3. Versuchsstall.

Die Versuchspferde waren in dem allgemeinen Pferdestall für die Arbeitspferde des Betriebes untergebracht und die Gespanne voneinander durch eine hohe über die Krippen hinausgehende Mauer getrennt, die Pferde der einzelnen Gespanne durch Flankierbäume unter sich abgesondert; zwischen den zwei Krippenwurde ein hoher Bretteraufsatz angebracht, so daß ein gegenseitiges Wegfressen des Futters völlig unterbunden war. Jedes Pferd hatte eine gemauerte Krippe. Die Krippenschalen bestanden aus glasiertem Ton, hinter der Krippenschale befand sich die Selbsttränke, die bei den Pferden, bei welchen die Wasseraufnahme gemessen wurde, abgestellt wurde. Neben der Krippe war die Heuraufe angebracht, in welche im zweiten Teil des Versuchs die grüne Luzerne hineingegeben wurde. Um ein Hinauswerfen oder — was besonders bei den P-Pferden in Frage kam —, ein Hinausblasen des Futters zu verhindern, wurde jede Krippe mit einem 20 cm hohen Holzaufsatz versehen. Um die Aufnahme von Streustroh zu verhindern, wurde die vordere Hälfte des Standes, während des Ausnutzungsversuchs der ganze Stand, mit Torfstreu eingestreut. Außerdem wurden, da vereinzelt eine geringfügige Aufnahme von Torfstreu beobachtet werden konnte, den Pferden während der Verdauungsversuche in der Vor- und in der Hauptversuchszeit nach den Mahlzeiten Maulkörbe aufgesetzt.

Der Stall stand von Ost nach West, mit den Breitseiten gegen Nord und Süd, und war durch 3 Türen und zahlreiche Fenster gut zu durchlüften. Trotzdem stieg in den sehr heißen Monaten Juni und Juli die Stalltemperatur sehr stark an und erreichte am 16. Juli abends 19 Uhr mit 29° ihren Höchststand. Dabei war ein Schwitzen der Pferde im Stall unvermeidbar. Das Tagesmittel belief sich bei vier Messungen um 6, 12, 19, 24 Uhr im ersten Ausnutzungsversuch auf 22°, im zweiten auf 23,5° bei Schwankungen von 16° bis 29°. Unmittelbar neben dem Pferdestall befand sich eine stets verschlossen gehaltene Futterkammer, in der das Futter aufbewahrt und zugewogen wurde.

III. Beschreibung der Futtermittel.

Alle im Verlauf des Versuchs zur Verfütterung gelangenden Futtermittel waren vor Beginn des Versuchs in ausreichender Menge beschafft worden und wurden getrennt von sonstigen Futtermitteln gelagert.

1. Herstellungsweise der Trockenpülpe.

Die im Versuch verwertete Pülpe stammte von der Stärkefabrik G. m. b. H. in Kyritz (Prignitz)[1]).

Die zur Verarbeitung gelangenden Kartoffeln enthalten durchschnittlich 17–18% Stärke. Nach ihrem Waschen und Zerkleinern und

[1]) Für die kostenlose Überlassung der Trockenpülpe sind wir der Stärkefabrik G. m. b. H. Kyritz (Prignitz) zu Dank verpflichtet.

dem Auswaschen der Stärke aus dem Kartoffelreibsel enthalten die Verarbeitungsrückstände als frische Pülpe noch rund 10% der in der Kartoffel enthaltenen auswaschbaren Gesamtstärke. Der Trockenmassengehalt der frischen Pülpe beträgt rd. 6%. Unmittelbar nach dem Anfall wird dieselbe unter Zusatz von 2% gelöschtem Kalk auf einen Wassergehalt von rd. 70% gepreßt und gelangt dann in einen Trocknungsapparat. In Kyritz wird ein Trommeltrockner mit 12 m Trommellänge verwendet. Die Eingangstemperaturen betragen 350–400°, die Ausgangstemperaturen 75–85°, die Durchlaufszeit 40 Minuten. Nach dem Trocknen besitzt die getrocknete Pülpe etwa einen Wassergehalt von 13% und einen Stärkegehalt von 40% in der Trockenmasse. Sie wird nach dem Trocknen lose gelagert. Aus 100 Ztr. verarbeiteten Kartoffeln fallen 2,5–2,8 Ztr. Trockenpülpe an. Zu dem Zusatz von 2% gelöschtem Kalk beim Pressen ist zu bemerken, daß Ätzkalk natürlich kein idealer Kalkzusatz zu einem Futtermittel ist. Es ist aber zu beachten, daß die Pülpe durch direkte Koksfeuergase getrocknet wird, die stark mit Kohlendioxyd beladen sind. Dadurch wird der gelöschte Kalk bis auf einen kleinen Rest von etwa 3% des zugesetzten Kalkes in kohlensauren Kalk umgewandelt, was durch mehrere Untersuchungen im Laboratorium der Stärkefabrik Kyritz bestätigt werden konnte.

2. Beschaffenheit.

Die im Versuch verfütterte Trockenpülpe wies eine gleichmäßige weißgraue Farbe auf und hatte einen angenehmen Geruch. Verbrannte Teile konnten nicht festgestellt werden. Die Größe der einzelnen Pülpekörner war etwa die von feinem Schrot, die Qualität sehr gut. Das fein gehäckselte Süßlupinenheu war im Zwischenfruchtbau gewonnen, einwandfrei ohne verbrannte Teile[1]) künstlich getrocknet. Ebenso waren Hafer, Kartoffelflocken und Zuckerschnitzel von guter Beschaffenheit, das Roggenstrohhäcksel trocken eingebracht und gelagert. Die im zweiten Teil des Versuchs verfütterte grüne Luzerne stammte aus dem zweiten Schnitt eines gut stehenden Luzernebestandes und stand zu Versuchsanfang im Beginn der Blüte. Eine botanische Analyse, die am 19. 7. 1939 im Institut für Grünlandwirtschaft der Forschungsanstalt ausgeführt wurde, lieferte folgendes Ergebnis:

Luzerne	80,5%
Quecke	19,1%
Deutsches Weidelgras	0,1%
Sonstiges Unkraut (bes. Löwenzahn)	0,3%.

Damit kann die grüne Luzerne als ziemlich rein bezeichnet werden.

[1]) Näheres über Gewinnung und Futterwert: K. Gretsch [8].

IV. Ausnutzungsversuche.

A. Allgemeine Voraussetzungen für die Ausnutzungsversuche.

1. Versuchsplan.

Da Futterwert und Futterwirkung getrockneter Kartoffelpülpe möglichst umfassend geprüft werden sollten, zerfiel der Versuch in zwei Abschnitte, um nach Durchführung eines Ausnutzungsversuches mit Trockenpülpe und Süßlupinenheu noch zu überprüfen, ob dieselbe im Verein mit Grünfutter gegeben dieselben Verdauungswerte liefert wie bei Trockenfütterung. Ein Unterschied konnte durch die völlige Verschiedenheit von Heu und grüner Luzerne in Beziehung auf Wassergehalt, Räumigkeit, Oberfläche und Sperrigkeit, eine dadurch hervorgerufene geringere oder größere Abscheidung oder Verdünnung von Verdauungssäften, auch beschleunigten Durchgang des Futterbreies durch den Verdauungskanal hervorgerufen werden oder durch eine zu erwartende größere Gesamtwasseraufnahme bei Grünfütterung, wie von W. Lintzel [18], P. Ehrenberg [4] und A. Scholz [27] angenommen wird.

Aus diesen Erwägungen heraus wurden zwei Ausnutzungsversuche mit je 4 Pferden, die in beiden Versuchen dieselben waren, und in zwei Gespannen jeweils zusammen gingen, durchgeführt. Im ersten erhielten alle vier Pferde eine Futtergabe, die aus Süßlupinenheu und getrockneter Kartoffelpülpe zusammengesetzt war. Als Verdauungskoeffizienten für Süßlupinenheu konnten die im gleichen Institut von K. Gretsch [8] an Pferden ermittelten Werte verwendet werden. Das von Gretsch untersuchte Heu stammte aus demselben landwirtschaftlichen Betrieb wie das im vorliegenden Versuch verfütterte, war ebenfalls als Zwischenfrucht angebaut und künstlich getrocknet worden. Im zweiten Versuch erhielten zwei Pferde als alleiniges Futter grüne Luzerne, während an die anderen beiden grüne Luzerne + Trockenpülpe gefüttert wurde. Mit Hilfe der bei den reinen Luzernepferden ermittelten Werte wurden die Verdauungskoeffizienten für Trockenpülpe bei den beiden anderen Pferden errechnet.

2. Versuchsdauer und Versuchsdurchführung.

Der erste Ausnutzungsversuch lief vom 22. 6.–30. 6. 1939, der zweite vom 15. 7.–23. 7. 1939. Die einzelnen Versuchstage begannen jeweils morgens um 6 Uhr, zu welcher Zeit die Pferde zur Arbeit aus dem Stall geführt wurden. Jeder Ausnutzungsversuch umfaßte 7 Tage Vorversuchszeit und 9 Tage Hauptversuchszeit. Eine Vorversuchszeit von 7 Tagen schien nach den bisher vorliegenden Erfahrungen völlig ausreichend. K. Gretsch [8], G. Winkler [33], H. Toepsch [32], F. Taubert [29] und K. Hoetzel [12], die über die Durchgangszeit des Futters durch den Verdauungsapparat beim Pferde Versuche mit Eosinhäcksel anstellten, ermittelten als Höchstdurchgangszeit 60 Stunden 30 Min. Während der Hauptversuchsabschnitte wurden die Pferde täglich um 11 Uhr gewogen, wenn sie von der Vormittagsarbeit zurückkamen. Die Mittagswägung kommt nach H. Nitsche [21] und H. Günther [9] dem Tagesdurchschnitt am nächsten.

Ebenso halten A. Scholz [27] und F. Taubert [30] die Mittagsgewichte für die dem tatsächlichen Durchschnitt am nächsten stehenden. Gewogen wurde ohne Geschirr auf einer überdachten, windgeschützten Tierwaage. Jeden Morgen zwischen $^1/_2$6 und 6 Uhr wurde die Körpertemperatur gemessen, ohne daß sich dabei irgendwelche über das übliche Maß hinausgehenden Schwankungen gezeigt hätten. Außerdem wurde täglich viermal um 6, 12, 19 und 24 Uhr die Stalltemperatur, um 6, 12 und 18 Uhr die Temperatur im Freien auf der Wetterstation des Instituts für Grünlandwirtschaft in Kraftborn abgelesen.

3. Kotauffangen und Kotuntersuchungen.

Der Kot wurde mit an Stangen befestigten Eimern aufgefangen. Während der Arbeit ging bei jedem einzelnen Pferd ein Mann für diese Arbeit mit, so daß restlose Gewinnung des Kotes sichergestellt war. Im Stall und während der Nacht genügte ein Mann für alle vier Pferde. Das Kotauffangen wurde streng überwacht, so daß Versuchsfehler durch mangelhaftes Kotauffangen unmöglich waren. Nach den Ausscheidungen wurde der Kot sofort in stets dicht verschlossen gehaltene Kannen entleert und zur Unterbindung von Verlusten mit Chloroform durchsetzt. Unmittelbar nach Beendigung eines Versuchstages wurde der Kot gewogen, zerkleinert und in einer Wanne gut durchgemischt. Von den Koten der Einzelpferde wurde täglich je eine Trockenmasse- und Rohproteinbestimmung durchgeführt. Hierzu wurden 4% der Gesamtkotmenge eines Tages verwendet. Außerdem wurden im ersten und zweiten Versuch täglich 5% bzw. 3% des Gesamtkotes entnommen und in frischem Zustand in dicht verschlossenen mit Chloroform durchsetzten Glaskrausen aufbewahrt, um daraus von je 3 Tagen eine Vollanalyse dieses dreitägigen Sammelkotes anzufertigen. Zur Versuchsberechnung wurde der Durchschnitt dieser in jedem Versuch anfallenden drei dreitägigen Kotanalysen herangezogen. Als Rohprotein- und Trockenmassenwerte wurden jedoch die Durchschnittswerte der täglichen Bestimmungen eingesetzt[1]). Bei den vorliegenden Ausnutzungsversuchen wurde zur Überprüfung der Werte der dreitägigen Sammelproben je eine Sammelanalyse der ganzen neuntägigen Versuchszeit von frischem und getrocknetem Kot vorgenommen. Die zwischen den einzelnen Analysen vorkommenden Schwankungen lagen innerhalb der Fehlergrenzen. Die Konsistenz des Kotes war stets als normal anzusprechen, Durchfallserscheinungen traten nicht auf. Die Häufigkeit der Kotausscheidung wurde nicht festgestellt. Nach Beobachtungen von P. Ehrenberg und H. Nietsch [5] sowie von K. Gretsch [8] ist sie bei den einzelnen Pferden sehr verschieden und individuell bedingt. Im zweiten Ausnutzungsversuch mit grüner Luzerne stieg die Kotmenge und demzufolge auch die Häufigkeit der Kotausscheidungen bei den ausschließlich mit Luzerne gefütterten Pferden beträchtlich an. Überhaupt scheint die Verfütterung von Grünfutter ein öfteres Misten zur Folge zu haben, was auch bei den anderen nicht im Ausnutzungsversuch stehenden Versuchspferden beim Übergang von Trocken- auf Grünfütterung beobachtet werden konnte.

[1]) In früheren nicht veröffentlichten ausführlichen Untersuchungen des Instituts für Haustierfütterung in Kraftborn konnte nachgewiesen werden, daß diese Art der Entnahme dreitägiger Sammelanalysen an Genauigkeit der täglichen Vollanalysenentnahme nicht nachsteht.

4. Arbeitsleistung und Gewichte.

Bei Pferden die am Göpelwerk gingen und Arbeitsleistungen von 670000 mkg bis 2424000 mkg verrichteten, was nach den Kellner-schen Normen leichter bis schwerer Arbeit entspricht, stellte E. von Wolff [36] in umfassenden Versuchen eine gleichbleibende Verdauung des Futters fest. Es war deshalb unbedenklich, die Pferde in den Hauptabschnitten der Ausnutzungsversuche zu allen vorkommenden Arbeiten heranzuziehen und sie nicht aus dem Rahmen des landwirtschaftlichen Betriebs herauszunehmen, soweit sich dies mit einwandfreiem und fehlerlosem Kotauffangen vereinbaren ließ. Aus arbeitstechnischen Gründen (Mitführen der Kotkannen usw.) hatten aber die zwei Versuchsgespanne an den einzelnen Tagen immer dieselbe Arbeit zu verrichten. In den Hauptversuchsperioden waren dies folgende:

Im ersten Ausnutzungsversuch: Koppelnschleppen, Eggen mit der schweren Ackeregge, Walzen mit der Cambridgewalze, Kartoffelnanhäufeln mit dem dreireihigen Kartoffelvielfachgerät.

Im zweiten Ausnutzungsversuch: Kartoffelnjäten und -anhäufeln mit dem dreireihigen Kartoffelvielfachgerät, Tiefpflügen und Anwalzen mit der Glattwalze, Hoffuhren.

Da die im Ausnutzungsversuch verabreichten Futtergaben nicht nach der zu leistenden Arbeit, sondern im Hinblick auf eine einfache Versuchsauswertung nur nach Zweckmäßigkeitsgründen zusammengesetzt wurden, war es von Bedeutung, die Arbeitsleistung mit Zugkraftmessern genau festzustellen, um daraus Rückschlüsse auf etwaige Gewichtsveränderungen, Arbeitswilligkeit usw. ziehen zu können.

Zur Ermittlung der Arbeitsleistung standen Zugkraftmesser nach Schäffer-Budenberg zur Verfügung, und zwar für leichteren Zug ein solcher für 350 kg Zugkraft, für schweren Zug ein solcher für 500 kg mit Umstellungsmöglichkeit auf 1000 kg Zugkraft. Zur Messung der zurückgelegten Strecke wurde ein Streckenmeßwagen nach Art des von H. Toepsch [32] selbstgebauten Wagens verwendet. Im Laufe der beiden Ausnutzungsversuche wurden 26 Zugleistungsdiagramme angefertigt, die wie die übrigen Versuchsunterlagen im Institut für Haustierfütterung in Kraftborn eingesehen werden können. Die je Pferd bei den einzelnen Arbeiten durchschnittlich aufzuwendende Zugkraft ist für

Koppelnschleppen . .	56 kg	Pflügen	160 kg
Eggen	58 „	Häufeln	80 „
Walzen	70 „	Jäten	76 „

Pflügen war die weitaus schwerste Arbeit. An manchen besonders schweren Stellen hatte das einzelne Pferd bis 325 kg Zugkraft aufzuwenden.

Die Arbeitsleistung der Pferde setzt sich zusammen aus Weg mal Last + Eigengewichtsbewegung. Der zurückgelegte Weg wurde nach jeder Arbeit von dem am Meßwagen angebrachten Kilometerzähler abgelesen, die Last aus dem betreffenden Zugleistungsdiagramm in Meterkilogramm errechnet. Für Eigengewichtsbewegung errechnet sich nach Angaben von N. Zuntz und O. Hagemann [37] je 1 kg Lebendgewicht und 1 km Weg bei 4 km Stundengeschwindigkeit eine Arbeitsleistung von 40,6 mkg. Geschwindigkeitsmessungen ergaben bei Ackerarbeit Schwankungen von 2,9–3,4 km, auf Wegen wurden stündlich 4,5–5,2 km zurückgelegt. Das Durchschnittsgewicht jedes Ausnutzungsversuchs + dem Geschirrgewicht wurde nun mit 40,6 und der zurückgelegten Kilometerzahl multipliziert und der Zugleistung zugezählt, woraus sich die Gesamtarbeitsleistung ergab. Als Durchschnitt der täglichen Arbeitsleistung, wobei die Sonntage nicht mit eingerechnet sind, konnte im ersten Ausnutzungsversuch mit Trockenpülpe + Süßlupinenheu eine solche von 1,269 Mill. mkg festgestellt werden. Nach O. Kellner [17], der für 550 kg Gewicht 1,465 Mill. mkg angibt, entsprach diese Leistung nicht ganz einer mittleren Arbeit. Da auch die Stärkewertgaben in diesem Versuch mittlerer Arbeitsleistung angepaßt waren, waren in den Gewichten keinerlei Schwankungen zu verzeichnen. Das Aussehen und das Verhalten bei der Arbeit war normal. Nachfolgend die Anfangs-, End- und Durchschnittsgewichte der Pferde im Hauptversuch des ersten Ausnutzungsversuchs:

Pferd	Feine	651–643 kg	im	Mittel	648 kg
„	Grinsel	662–661 „	„	„	661 „
„	Fabel	670–673 „	„	„	671 „
„	Garbo	667–665 „	„	„	667 „

Im zweiten Ausnutzungsversuch entsprach in den ersten 6 Tagen die Arbeitsleistung mit 1,261 Mill. mkg ebenfalls annähernd der Kellnerschen Norm für mittlere Arbeit. Die Stärkewertgaben waren aber mit 4,675 kg bzw. 5,100 und 5,142 kg nur den von K. Richter [23] angegebenen Bedarfszahlen für leichte Arbeit angepaßt. Dies hatte offensichtliches Abmagern der Pferde und Nachlassen der Arbeitskraft zur Folge. Diese Erscheinungen waren äußerlich an den Pferden sehr genau festzustellen, während sie bei den Gewichtsermittelungen weniger zum Ausdruck kamen. Vielleicht hätte dreimaliges Wiegen am Tage zu genaueren Ergebnissen geführt. In den nachfolgenden 2 Versuchs-

tagen wurden die Pferde nur noch halbtägig zu Hoffuhren herangezogen. Der letzte Versuchstag war ein Sonntag mit Stallruhe. Die geringe Arbeitsleistung in diesen 3 Tagen kam in einem Ansteigen der Gewichte zum Ausdruck. Im Durchschnitt des ganzen Hauptversuchs ohne Sonntage leisteten die Pferde 0,894 Mill. mkg. Nachfolgend Anfangsgewichte. Gewichte am 6. Versuchstag, End- und Durchschnittsgewichte.

Pferd	Feine	645–645–653 kg	im	Mittel	647 kg
„	Grinsel	667–678–699 „	„	„	682 „
„	Fabel	665–660–668 „	„	„	667 „
„	Garbo	681–676–695 „	„	„	684 „

B. Ausnutzungsversuch mit Trockenpülpe + Süßlupinenheu.

1. Futtergaben und Fütterungsart.

Wie erwähnt, richteten sich die den Pferden gereichten Futtergaben nicht nach dem Nährstoffbedarf, sondern waren so bemessen, daß die Versuchsberechnung möglichst einfach gestaltet werden konnte, und die Pferde ihr Futter restlos verzehrten. Durch diese klare und übersichtliche Art der Versuchsdurchführung war die Möglichkeit des Auftretens von Fehlerquellen auf ein Mindestmaß beschränkt.

Die Pferde Feine und Grinsel erhielten während des Ausnutzungsversuches

8,0 kg Süßlupinenheu,
6,5 „ getrocknete Kartoffelpülpe,

den Pferden Fabel und Garbo, die etwas schlechtere Fresser waren, wurden nur 6,0 kg Trockenpülpe zugeteilt. Nährstoffmäßig war ein Überschuß an Eiweiß vorhanden. Die einzelnen Tagesfuttergaben waren vor Beginn des Ausnutzungsversuches für sämtliche Tage der Vorversuchs- und Hauptversuchszeit und jedes einzelne Pferd eingewogen, gut durchgemischt und in Säcken bereitgestellt worden.

	Rohprotein	Reineiweiß	Amide	Rohfett	Rohfaser	Rohasche	N-freie Extraktstoffe	Organ. Masse
Getrocknete Kartoffelpülpe	4,00	3,90	0,10	0,60	20,80	6,75	67,85	93,25
Süßlupinenheu	22,05	19,35	2,70	3,60	28,90	12,75	32,70	87,25

Der Trockenmassegehalt der verfütterten Trockenpülpe betrug 87,60%, der des Süßlupinenheus 89,35%.

Gefüttert wurde morgens um 4 Uhr, mittags um 11 Uhr und abends um 7 Uhr. Die Pferde verzehrten das dargebotene Futter anstandslos,

Futterreste waren nicht vorhanden. Tränkwasser stand in Wasserbottichen ständig zur Verfügung. Zur Vermeidung der Aufnahme von Torfstreu wurden den Pferden nach dem Füttern über die Nacht Maulkörbe umgebunden.

2. Versuchsauswertung und Verdauungskoeffizienten.

Die Berechnung der Verdauungskoeffizienten geht aus den einzelnen Tabellen hervor. In Übersicht 2 findet sich Kotmenge, Trockenmasse und Rohproteingehalt des Kotes (Übersicht 2).

Sowohl Kotmenge wie Trockenmasse des Kotes und sein Gehalt an Rohprotein waren bei den einzelnen Pferden sehr ausgeglichen. Wo größere Schwankungen in der Kotmenge vorkamen (z. B. bei Pferd Feine am 5. und 6. Tag) rührt das daher, daß die Pferde häufig morgens gegen 6 Uhr, wenn der neue Versuchstag begann, misteten, wodurch, je nachdem, ob dies vor oder nach 6 Uhr stattfand, die Kotmenge des entsprechenden Tages verkleinert oder vermehrt wurde. Für die Berechnung der Verdauungskoeffizienten spielt diese Feststellung keine Rolle.

In Übersicht 3 ist der Nährstoffgehalt der einzelnen Sammelproben des Kotes aufgezeichnet. Da als Wert für Rohprotein bei der Versuchsausrechnung der Durchschnitt der täglichen Bestimmungen verwendet wurde, ist dafür nur dieser Wert (s. auch Übersicht 2) angeführt. Ebenso sind für Reineiweiß und N-freie Extraktstoffe nur Endwerte angegeben, da für ihre Berechnung der Rohproteingehalt erforderlich ist.

Aus dem anteiligen Nährstoffgehalt des Kotes ergab sich unter Umrechnung auf Trockenmasse der Nährstoffgehalt des Kotes in Gramm (Übersicht 4). Auf dieselbe Weise wurden die Nährstoffmengen in Gramm in den Futtergaben errechnet (Übersicht 5, S. 231).

Aus den Zahlen der Übersichten 4 und 5 lassen sich die verdaulichen Nährstoffmengen des Gesamtfutters errechnen. Zur Berechnung der davon auf Süßlupinenheu entfallenden Anteile sind die von K. Gretsch [8] ermittelten folgenden Verdauungskoeffizienten notwendig:

Trockenmasse	62,95%
Rohprotein	69,60%
Reineiweiß	71,84%
Rohfett	31,50%
Rohfaser	49,20%
N-freie-Extraktstoffe	82,62%
Organische Masse	66,71%

Übersicht 2.

Tägliche Kotmengen, Trockenmasse und Rohproteingehalt des Kotes.

Tag	von bis 6 — 6 Uhr	Kotmenge g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Rohprotein in % der Trockenmasse
		Pferd Feine			
1.	22. 6.–23. 6.	22000	19,40	4268	21,30
2.	23. 6.–24. 6.	22500	19,75	4444	19,00
3.	24. 6.–25. 6.	20500	19,80	4059	20,25
4.	25. 6.–26. 6.	18300	20,45	3742	20,35
5.	26. 6.–27. 6.	26100	19,45	5076	22,00
6.	27. 6.–28. 6.	13600	20,10	2734	21,60
7.	28. 6.–29. 6.	21700	20,35	4416	20,45
8.	29. 6.–30. 6.	16800	20,05	3368	20,45
9.	30. 6.– 1. 7.	21100	19,55	4125	20,60
Durchschnitt		20289	19,88	4033	20,67
		Pferd Grinsel			
1.	22. 6.–23. 6.	18700	19,70	3684	19,40
2.	23. 6.–24. 6.	19900	18,50	3682	21,25
3.	24. 6.–25. 6.	19500	18,50	3608	21,15
4.	25. 6.–26. 6.	20000	18,00	3600	21,90
5.	26. 6.–27. 6.	19100	18,40	3514	23,30
6.	27. 6.–28. 6.	19300	18,55	3580	22,80
7.	28. 6.–29. 6.	19600	18,85	3695	22,95
8.	29. 6.–30. 6.	17000	18,50	3145	22,60
9.	30. 6.– 1. 7.	23600	18,90	4460	21,60
Durchschnitt		19633	18,66	3664	21,88
		Pferd Fabel			
1.	22. 6.–23. 6.	16900	21,80	3684	19,05
2.	23. 6.–24. 6.	18100	21,20	3837	19,25
3.	24. 6.–25. 6.	17100	21,25	3634	19,10
4.	25. 6.–26. 6.	16500	23,45	3869	17,80
5.	26. 6.–27. 6.	19600	21,40	4194	19,20
6.	27. 6.–28. 6.	16900	20,85	3524	19,45
7.	28. 6.–29. 6.	18500	20,80	3848	19,70
8.	29. 6.–30. 6.	15000	21,60	3240	18,55
9.	30. 6.– 1. 7.	16700	21,00	3507	19,20
Durchschnitt		17256	21,48	3707	19,03
		Pferd Garbo			
1.	22. 6.–23. 6.	18600	19,15	3562	19,45
2.	23. 6.–24. 6.	25700	19,80	5089	18,85
3.	24. 6.–25. 6.	18000	19,85	3573	19,10
4.	25. 6.–26. 6.	21200	20,05	4251	19,80
5.	26. 6.–27. 6.	19700	19,80	3901	20,00
6.	27. 6.–28. 6.	20200	20,15	4070	20,60
7.	28. 6.–29. 6.	16600	20,25	3362	20,00
8.	29. 6.–30. 6.	20400	19,85	4049	19,60
9.	30. 6.– 1. 7.	19600	20,00	3920	19,65
Durchschnitt		20000	19,88	3976	19,67

Übersicht 3.

Nährstoffgehalt des Kotes in % der Trockenmasse.

Versuchstage	Roh-protein	Rein-eiweiß	Amide	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extrakt-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Feine								
1. + 2. + 3. . .	—	—	2,95	3,75	34,35	—	75,15	24,85
4. + 5. + 6. . .	—	—	3,10	3,05	35,10	—	77,45	22,55
7. + 8. + 9. . .	—	—	3,50	3,20	35,10	—	77,40	22,60
Durchschnitt . .	20,67	17,49	3,18	3,33	34,85	17,82	76,67	23,33
Pferd Grinsel								
1. + 2. + 3. . .	—	—	4,40	3,25	36,15	—	77,20	22,80
4. + 5. + 6. . .	—	—	4,55	3,30	36,10	—	78,60	21,40
7. + 8. + 9. . .	—	—	2,55	3,20	35,30	—	76,80	23,20
Durchschnitt . .	21,88	18,05	3,83	3,25	35,85	16,55	77,53	22,47
Pferd Fabel								
1. + 2. + 3. . .	—	—	3,95	3,90	35,25	—	76,85	23,15
4. + 5. + 6. . .	—	—	4,00	3,50	35,45	—	77,25	22,75
7. + 8. + 9. . .	—	—	4,00	3,00	35,35	—	78,20	21,80
Durchschnitt . .	19,03	15,05	3,98	3,47	35,35	19,58	77,43	22,57
Pferd Garbo								
1. + 2. + 3. . .	—	—	3,70	3,35	37,25	—	79,45	20,55
4. + 5. + 6. . .	—	—	3,90	3,00	37,25	—	79,10	20,90
7. + 8. + 9. . .	—	—	2,65	3,00	34,95	—	77,20	22,80
Durchschnitt . .	19,67	16,25	3,42	3,12	36,48	19,31	78,85	21,42

Übersicht 4.

Nährstoffgehalt des Kotes in Gramm.

	Trocken-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extrakt-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Feine	4033	834	705	134	1406	719	3092	941
„ Grinsel	3664	802	661	119	1314	606	2841	823
„ Fabel	3707	705	558	129	1310	726	2870	837
„ Garbo	3976	782	646	124	1450	768	3124	852

Übersicht 5.

Nährstoffgehalt der Futtergabe in Gramm.

	Trockenmasse	Rohprotein	Reineiweiß	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Organische Masse	Rohasche
Pferde Feine und Grinsel								
8,0 kg Süßlupinenheu	7148	1576	1383	257	2066	2337	6237	911
6,5 kg Trokkenpülpe	5694	228	222	34	1184	3863	5310	384
Gesamteinnahme	12842	1804	1605	291	3250	6200	11547	1295
Pferde Fabel und Garbo								
8,0 kg Süßlupinenheu	7148	1576	1383	257	2066	2337	6237	911
6,0 kg Trokkenpülpe	5256	210	205	32	1093	3566	4901	355
Gesamteinnahme	12404	1786	1588	289	3159	5903	11138	1266

Nach Abzug der auf Süßlupinenheu entfallenden Anteile von der verdauten Gesamtnährstoffmenge bleiben als Rest die verdauten Anteile der Trockenpülpe in Gramm. Aus diesen und den in der verfütterten Trockenpülpe enthaltenen Nährstoffmengen (s. Übersicht 5) lassen sich die Verdauungskoeffizienten in Prozenten errechnen. Den Gang der Berechnung zeigt Übersicht 6, S. 232.

Ein Vergleich der Verdauungskoeffizienten der einzelnen Pferde untereinander ergibt eine zufriedenstellende Übereinstimmung der Werte. Die bei den Pferden Feine und Garbo durchgehend zu beobachtende schlechtere Verdauung dürfte individuell bedingt sein, zumal sie sich, was hier schon vorweg genommen sei, auch im zweiten Ausnutzungsversuch wiederholte. Auch O. Kellner [17] gibt derartige Unterschiede bei einzelnen Individuen an, ebenso mit noch stärkerer Betonung E. Mangold [19]. Als wertbestimmende Bestandteile der Trockenpülpe erwiesen sich die N-freien Extraktstoffe mit 91,90% sehr hoch verdaulich. Auch die Verdaulichkeit der Rohfaser lag mit im Mittel 71,81% hoch. Für Rohfett ergaben sich bei allen 4 Pferden Werte, die weit über 100% liegen. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß das Rohfett der Trockenpülpe nur einen kleinen Anteil des gesamten in der Futterration enthaltenen Rohfetts darstellt. K. Gretsch [8]

Übersicht 6.

Berechnung der Verdauungskoeffizienten von getrockneter Kartoffelpülpe. (1. Versuch.)

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-fr. Extr.-Stoffe	Organ. Masse	Roh-asche
Pferd Feine								
Gesamteinnahme g .	12842	1804	1605	291	3250	6200	11547	1295
Abzug: Ausgabe im Kot g	4033	834	705	134	1406	719	3092	941
Verdaute Nährstoffmenge g	8809	970	900	157	1844	5481	8455	
Davon entfallen auf Süßlupinenheu g .	4500	1097	994	81	1016	1931	4161	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe g .	4309	—	—	76	828	3550	4294	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe in %	75,68	—	—	223,53 = 100,00	69,93	91,90	80,87	
Pferd Grinsel								
Gesamteinnahme g .	12842	1804	1605	291	3250	6200	11547	1295
Abzug: Ausgabe im Kot g	3664	802	661	119	1314	606	2841	823
Verdaute Nährstoffmenge g	9160	1002	944	172	1936	5594	8706	
Davon entfallen auf Süßlupinenheu g .	4500	1097	944	81	1016	1931	4161	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe g .	4660	—	—	91	920	3663	4545	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe in %	81,84	—	—	267,65 = 100,00	77,70	94,82	85,59	
Pferd Fabel								
Gesamteinnahme g .	12404	1786	1588	289	3159	5903	11138	1266
Abzug: Ausgabe im Kot g	3707	705	558	129	1310	726	2870	837
Verdaute Nährstoffmenge g	8697	1081	1030	160	1849	5177	8268	
Davon entfallen auf Süßlupinenheu g .	4500	1097	994	81	1016	1931	4161	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe g .	4197	—	36	79	833	3246	4107	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe in %	79,85	—	17,56	246,88 = 100,00	76,21	91,03	83,80	

Übersicht 6. (Fortsetzung.) (1. Versuch).

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-fr. Extr.-stoffe	Organ. Masse	Roh-asche
				Pferd Garbo				
Gesamteinnahme g .	12404	1786	1588	289	3159	5903	11138	1266
Abzug: Ausgabe im Kot g	3976	782	646	124	1450	768	3124	852
Verdaute Nährstoffmenge g	8428	1004	942	165	1709	5135	8014	
Davon entfallen auf Süßlupinenheu g .	4500	1097	994	81	1016	1931	4161	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe g .	3928	—	—	84	693	3204	3853	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe in %	74,73	—	—	262,50 = 100,00	63,40	89,85	78,62	
				Im Durchschnitt der vier Pferde:				
Verdauungskoeffizienten für Trockenpülpe in % . . .	78,03	—	—	100,00	71,81	91,90	82,22	

fand als Verdauungskoeffizienten für Rohfett beim Süßlupinenheu folgende Werte:

0% 56,65 %

12,26% 57,08 %.

Ob sich daraus das von Gretsch gezogene und im vorliegenden Versuch verwendete Mittel von 31,50% ziehen läßt, ist bei derartig großen Unterschieden fraglich. Würde z. B. der Durchschnitt der beiden hochliegenden Werte mit rd. 57% genommen, so würden sich bei der geringen Menge des Rohfetts aus Trockenpülpe Verdauungskoeffizienten für dieses ergeben, die zwischen 32% und 76% liegen. Zur Stärkewertberechnung wurde das Rohfett der Trockenpülpe zu 100% verdaulich angenommen. Die Verdauungskoeffizienten für Rohprotein und Reineiweiß der Trockenpülpe sind bei sämtlichen Pferden negativ mit Ausnahme des Pferdes Fabel, für das sich ein Verdauungswert von 17,56% für Reineiweiß findet. Auch diese Erscheinung ist wohl darauf zurückzuführen, daß Trockenpülpe sehr wenig Rohprotein und Reineiweiß enthält, während das mitverfütterte Süßlupinenheu sehr eiweißreich ist. Geringe Schwankungen in der Verdaulichkeit des Eiweißes des Süßlupinenheus, die sich

später im Kotrohprotein und Kotreineiweiß zeigen, rufen starke prozentische Veränderungen für die Verdaulichkeit der N-haltigen Stoffe der Trockenpülpe hervor, und ergeben so im vorliegenden Falle negative Werte. Dieselbe Feststellung trifft G. Fingerling [7], wenn er sagt, man müsse „bei den Verdauungskoeffizienten die Menge der Nährstoffe im Auge behalten!" Aus der Tatsache, daß sich für Pferd Fabel eine geringe Verdaulichkeit des Reineiweißes von 17,56% findet, ist abzuleiten, daß vielleicht eine gewisse Verdaulichkeit der N-haltigen Stoffe der Trockenpülpe vorhanden sein mag, jedoch ist diese so gering, daß sie bei der Bewertung der Trockenpülpe praktisch außer Acht gelassen werden kann. Die organische Masse ist mit durchschnittlich 82,22% hoch verdaulich und liegt in der Verdaulichkeit um 10% höher, als O. Kellner [17] für Wiederkäuer angibt.

Im vorliegenden Ausnutzungsversuch ist eine Berechnung der Verdaulichkeit der Rohasche nicht erfolgt. Bekanntlich werden die Mineralstoffe nach dem Stoffwechselumsatz im tierischen Körper nicht nur im Harn oder durch Hautausscheidungen aus dem Körper beseitigt, sondern ein Teil davon wird in dem Darm wieder abgesondert und geht mit dem Kote ab. O. Kellner [17] schreibt darüber: „So sind auch die Mineralstoffe des Kotes nicht in ihrer Gesamtmenge als unverdauter Rest zu betrachten." Und weiter: „In Anbetracht des großen Umfanges, welchen diese Vorgänge annehmen, läßt sich selbstverständlich nicht entscheiden, ob und in welchem Verhältnis die im Kot verbleibenden Mineralstoffe aus dem Futter stammen oder als Absonderungen aus den Säften des Tierkörpers zu betrachten sind." In demselben Sinne schreibt C. Brahm [1]: „Die bei weitem größte Quantität der löslichen und resorbierten Kalksalze . . . kommt in den tieferen Darmpartien . . . wieder zur Ausscheidung, und zwar teilweise in Form von phosphorsaurem Kalk."

Da Trennung der aus der Nahrung stammenden unverdauten Rohasche von der durch den Darm ausgeschiedenen nicht möglich ist, sind wir nicht in der Lage, die Verdaulichkeit der Rohasche einwandfrei zu ermitteln. W. Lintzel [18] stellt fest: „Selbstverständlich ist man bei der Untersuchung des Kotes nicht imstande, das unresorbiert gebliebene Kalzium der Nahrung von dem resorbierten und durch die Darmwand wieder ausgeschiedenen zu unterscheiden, so daß aus Bilanzversuchen über die Resorptionsgröße des Nahrungskalziums nichts ausgesagt werden kann." Dasselbe sagt er auch an anderer Stelle über den Phosphorumsatz [18]. Möglich wäre daher lediglich eine Feststellung

der Ansatzfähigkeit der Mineralstoffe, dazu bedürfte es aber exaktester, langfristiger Bilanzversuche[1]).

3. Stärkewertberechnung.

Zur Berechnung des Stärkewertes der Trockenpülpe wurden die Mittelwerte der Verdauungskoeffizienten aller 4 Pferde herangezogen, welche hier nochmals aufgeführt seien:

Rohprotein	—
Reineiweiß	—
Rohfett	100,00%
Rohfaser	71,81%
N-freie Extraktstoffe . .	91,90%
Organische Masse . . .	82,22%

Als Rohnährstoffe wurden folgende Werte, die sich als Mittel aus drei Analysen ergaben, zugrunde gelegt (s. auch Übersicht 15). Die Zahlen beziehen sich auf völlig trockene Masse.

Roh-protein	Rein-eiweiß	Amide	Roh-fett	Roh-faser	Roh-asche	N-freie Extrakt-stoffe	Organ. Masse
4,00	3,68	0,32	0,32	22,40	6,33	66,78	93,67

Daraus ergibt sich folgende Berechnung:

Rohfett	$0{,}32 \times 100 \times 1{,}91$	$= 0{,}61$
Rohfaser	$22{,}40 \times 71{,}81$	$= 16{,}09$
N-freie Extraktstoffe . .	$66{,}78 \times 91{,}90$	$= 61{,}37$
		$78{,}07 \times 95$[2])
		$74{,}17$

Der Stärkewert der Trockenpülpe stellt sich nach vorliegenden Untersuchungen bei Pferden auf 74,2 kg in 100% Trockenmasse, während O. Kellner [17] ihn mit 64,9 kg, F. Honcamp [14] mit 61,9 kg, N. Hansson [11] mit 65,9 kg in 100% Trockenmasse angibt. Der im vorliegenden Versuch gefundene Stärkewert liegt also beträchtlich über

[1]) Eine Berechtigung der Verdaulichkeitsberechnungen für Rohasche läßt sich wohl noch daraus ableiten, daß durch einen Vergleich der Verdaulichkeitsverhältnisse der Rohasche bei verschiedenen Futtermitteln immerhin in gewissem Maße auf die Verwertbarkeit derselben geschlossen werden kann, doch genügen dazu auch die angegebenen Zahlen.

[2]) Wertigkeit nach O. Kellner [17].

dem von vorgenannten Autoren angegebenen. Der Grund dafür dürfte in der züchterischen Verbesserung der verarbeiteten Kartoffeln ebenso wie in einer Verbesserung der Bearbeitungs- und Trocknungstechnik nach neuzeitlichen Verfahren zu suchen sein. Doch können auch Verschiedenheiten im Stärkegehalt der benutzten Kartoffeln, bei den Fütterungsversuchen und anderem maßgeblich wirken.

Für die im Fütterungsversuch an die Pferde verfütterte Trockenpülpe errechnet sich bei 87,78% Trockenmasse ein Stärkewert von 65,1 kg. Dieser liegt zwar nicht ganz so hoch wie in anderen bei der Pferdefütterung üblichen kohlenhydratreichen Futtermitteln des Hackfruchtbaues, z. B. Futterzucker und Kartoffelflocken, er steht aber wesentlich über dem Stärkewert der Trockenschnitzel. Gegenüber dem Futtergetreide, das im Stärkewert ungefähr auf derselben Höhe liegt, besitzt Trockenpülpe den Mangel der Eiweißarmut.

C. Ausnutzungsversuch mit Trockenpülpe + grüner Luzerne.

1. Futtergaben und Fütterungsart.

Nach Beendigung des ersten Ausnutzungsversuchs mit Trockenpülpe + Süßlupinenheu wurden dieselben Pferde Feine–Grinsel und Fabel–Garbo nach langsamer Angewöhnung auf Grünfütterung umgestellt. Nach 8 Tagen verzehrten die Pferde die dargebotenen Futtergaben restlos, so daß am 8. 7. der Ausnutzungsversuch mit einer 7tägigen Vorfütterung beginnen konnte. Da zur Errechnung der Verdauungskoeffizienten für Trockenpülpe auch die Verdauungswerte für grüne Luzerne notwendig waren, erhielten die Pferde Grinsel und Garbo als alleiniges Futter 60 kg bzw. 55 kg grüne Luzerne, während an Feine und Fabel je 30 kg grüner Luzerne und 4 kg Trockenpülpe verfüttert wurde. Mit Hilfe der bei Grinsel und Garbo ermittelten Verdauungskoeffizienten für grüne Luzerne konnten die Verdauungskoeffizienten für Trockenpülpe bei Feine und Fabel errechnet werden. Die Grünfuttergaben von 55–60 kg mit einer Trockenmasse von 14,097 g bzw. 15,378 g entsprachen ungefähr den Mengen, die F. Taubert [29] mit 15,05 kg, H. Wittig [35] mit 12,09 kg bzw. 16,07 kg in ihren Versuchen angeben. P. Ehrenberg u. Mitarbeiter [4] gaben von einem Süßlupinen-Hafergemenge 75,0 kg. Die grüne Luzerne wurde stets restlos ausgefressen bis auf den 20. 7. An diesem Tage enthielt die Luzerne ziemlich viel, 30,1% Trockenmasse, was einem Gewicht von 16,6 kg bzw. 18,1 kg Trockenmasse gleichkam. Der zurückgewogene Rest, der analysiert wurde, betrug 2,310 kg bei Grinsel, 3,985 kg bei Garbo. Die Pülpepferde erhielten im Futter nur 11,03 kg Trockenmasse, doch übt

die Größe der Ration nach E. v. Wolff [36] keinen Einfluß auf die Gestaltung der Verdauungskoeffizienten aus. Die Luzerne wurde 6 bis 8 cm lang gehäckselt in die Krippen gegeben, da dadurch ein Herausziehen der Luzerne aus den Raufen und Eintreten in die Streu vermieden werden konnte. Bei einem noch kürzeren Häckseln nahmen die Pferde das Häcksel weniger gern auf, worauf wohl die von P. Ehrenberg und Mitarbeitern [4] mitgeteilte Beobachtung, daß Pferde gehäckseltes Grünfutter weniger gern fressen, zurückzuführen ist. Nach dem Häckseln der Luzerne wurde sofort eine sorgfältige Probe genommen und die Rationen zugewogen. Um ein Erwärmen der gehäckselten Luzerne zu verhindern, wurde sie täglich frisch gemäht und nach dem Zerkleinern nach Rationen getrennt lose und flach geschichtet. Täglich wurden Proben zur Trockenmassenbestimmung entnommen. Je 5 getrocknete Proben wurden sorgfältig gemischt und zu einer 5tägigen Sammelprobe vereinigt. Wie es F. Taubert [29] empfiehlt und auch P. Ehrenberg und Mitarbeiter [4] handhaben, wurde mit der Probeentnahme einen Tag vor Beginn des Kotauffangens begonnen. Ein entsprechend früheres Aufhören um einen Tag wurde, wie auch in einer früheren Untersuchung von P. Ehrenberg und Mitarbeitern [4], unterlassen. Der Trockenmassengehalt und damit die von den Pferden aufgenommene Menge davon schwankte je nach den Niederschlägen und der Witterung.

Übersicht 7.

Luzernetrockenmasse und Wetterverhältnisse.

Tag	Trockenmasse der Luzerne %	Niederschläge mm	Mittlere Tagestemperatur	Witterung
14. 7. 39	27,20	—	22,6	Schön. Nachts Regen
15. 7. 39	20,35	6,2	23,1	„
16. 7. 39	24,40	—	25,7	„ Nachts Regen
17. 7. 39	24,45	7,2	22,1	„
18. 7. 39	30,00	—	20,4	„
19. 7. 39	29,60	—	22,5	Bedeckt.
20. 7. 39	26,55	—	20,2	„
21. 7. 39	29,35	—	22,7	„ Nachts Regen
22. 7. 39	25,60	4,7	21,5	„ „ „
23. 7. 39	18,80	5,8	17,3	„ „ „

Die Trockenpülpe wurde vor Beginn des Versuchs für sämtliche Pferde für die ganze Versuchsdauer nach Entnahme einer sorgfältigen

Durchschnittsprobe eingewogen. Die Analysen ergaben in der absolut trockenen Masse folgende Werte:

	Roh-protein	Rein-eiweiß	Amide	Roh-fett	Roh-faser	Roh-asche	N-freie Extrakt-stoffe	Orga-nische Masse
Getrocknete Kartoffelpülpe								
	4,40	3,95	0,45	0,40	22,60	5,80	66,80	94,20
Grüne Luzerne								
	21,30	16,80	4,50	2,50	32,00	9,85	34,35	90,15
	17,75	15,55	2,20	2,55	33,25	8,25	38,20	91,75
Im Mittel	19,53	16,18	3,35	2,53	32,63	9,05	36,26	90,95

Die verfütterte Trockenpülpe wies einen Trockenmassengehalt von 85,90% auf, bei der grünen Luzerne betrug er im Mittel der 10tägigen Bestimmungen 25,63%.

Den Pülpepferden wurde abends der Hauptteil der Luzerne mit 20,0 kg gegeben, morgens erhielten sie 5,0 kg Luzerne und 2,0 kg Pülpe, mittags den Rest der Pülpe und Luzerne. Diese Einteilung wurde getroffen, um ein zu langes Lagern des Hauptteils der Luzerne zu vermeiden, wobei Nährstoffverluste durch Atmung usw. hätten entstehen können, und weil den Pferden über Nacht die meiste Zeit zur Aufnahme der Luzerne zur Verfügung stand. Auch den ausschließlich mit Luzerne gefütterten Pferden wurde abends ein höherer Anteil der Luzernegabe mit 25 kg bzw. 30 kg gegeben und der Rest gleichmäßig auf die beiden anderen Mahlzeiten verteilt. Für die Futterzeiten, Tränkwasserzuteilung usw. gelten die für den vorhergehenden Ausnutzungsversuch mitgeteilten Angaben.

2. Versuchsauswertung und Verdauungskoeffizienten, Vergleich mit dem ersten Ausnutzungsversuch.

Die Angaben über Kotmenge, Nährstoffgehalt des Kotes und der Futtergaben sind zunächst für alle 4 Pferde in den Übersichten 8–11 zusammengefaßt, die Berechnung der Verdauungskoeffizienten gesondert für die Luzernepferde und die Pülpe- + Luzernepferde in den Übersichten 12, S. 243 und 13, S. 244.

Aus Übersicht 8 geht die tägliche Kotmenge, deren Trockenmasse und der Rohproteingehalt des Kotes hervor. Dabei zeigt sich, daß die Luzernepferde entsprechend der größeren Menge aufgenommener Trockenmasse beträchtlich größere Mengen an Kot ausschieden. Die

Übersicht 8.

Tägliche Kotmengen, Trockenmasse und Rohproteingehalt des Kotes.

Tag	von bis 6 — 6 Uhr	Kotmenge g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Rohprotein in % der Trockenmasse
		Pferd Grinsel			
1.	15. 7.–16. 7.	35900	15,60	5600	9,55
2.	16. 7.–17. 7.	36700	16,30	5982	9,82
3.	17. 7.–18. 7.	29400	17,30	5086	9,36
4.	18. 7.–19. 7.	48300	17,40	8404	8,39
5.	19. 7.–20. 7.	44700	17,10	7644	8,71
6.	20. 7.–21. 7.	46600	16,85	7852	8,49
7.	21. 7.–22. 7.	42500	17,05	7246	8,21
8.	22. 7.–23. 7.	38100	16,90	6439	8,88
9.	23. 7.–24. 7.	38400	17,40	6682	8,56
Durchschnitt		40067	16,88	6763	8,89
		Pferd Garbo			
1.	15. 7.–16. 7.	37100	18,60	6900	7,96
2.	16. 7.–17. 7.	29500	19,15	5649	7,83
3.	17. 7.–18. 7.	30900	18,80	5809	8,09
4.	18. 7.–19. 7.	41500	17,50	7263	8,06
5.	19. 7.–20. 7.	39700	18,70	7424	8,29
6.	20. 7.–21. 7.	41600	18,75	7800	7,95
7.	21. 7.–22. 7.	35300	19,25	6795	7,95
8.	22. 7.–23. 7.	30600	18,65	5707	7,51
9.	23. 7.–24. 7.	36500	18,80	6862	7,98
Durchschnitt		35856	18,69	6701	7,96
		Pferd Feine			
1.	15. 7.–16. 7.	21100	20,30	4283	9,75
2.	16. 7.–17. 7.	20200	22,25	4495	8,90
3.	17. 7.–18. 7.	18600	21,10	3925	9,43
4.	18. 7.–19. 7.	20800	20,30	4222	9,85
5.	19. 7.–20. 7.	17100	20,45	3497	9,88
6.	20. 7.–21. 7.	30100	20,30	6110	9,61
7.	21. 7.–22. 7.	23100	20,80	4805	9,57
8.	22. 7.–23. 7.	24100	20,60	4965	9,17
9.	23. 7.–24. 7.	19000	20,60	3935	9,17
Durchschnitt		21567	20,74	4473	9,48
		Pferd Fabel			
1.	15. 7.–16. 7.	24300	19,10	4641	9,58
2.	16. 7.–17. 7.	14200	20,25	2876	9,93
3.	17. 7.–18. 7.	14700	21,10	3087	8,86
4.	18. 7.–19. 7.	19200	20,55	3946	8,81
5.	19. 7.–20. 7.	21100	19,55	4125	9,21
6.	20. 7.–21. 7.	27700	18,45	5111	9,65
7.	21. 7.–22. 7.	22200	18,35	4074	9,75
8.	22. 7.–23. 7.	22900	19,75	4523	9,22
9.	23. 7.–24. 7.	18700	19,85	3712	9,22
Durchschnitt		20556	19,65	4039	9,36

Kotmengen an den einzelnen Tagen waren zum Teil schwankend, was mit dem schwankenden Trockenmassengehalt der Luzerne einherzugehen scheint, und zwar bedingt hoher Trockenmassengehalt der Luzerne am folgenden Tag eine größere Kotmenge. Abweichungen davon sind bedingt durch die schon im vorhergehenden Versuch berichteten Umstände. Der Wassergehalt des Kotes war durchweg etwas höher als bei den Pülpe-Luzerne-Pferden. Die Wasseraufnahme, die folgend dargestellt ist, zeigt eine Mehraufnahme von im Mittel 5 kg bei den Luzerne-Pferden, eine Beobachtung, die auch von F. Taubert [31] mitgeteilt wird.

	Tränkwasser kg	Wasser im Futter kg	Gesamtwasser kg
Luzerne-Pferde			
Pferd Grinsel . . .	48	45	93
„ Garbo . . .	47	41	88
		Durchschnitt	90,5
Pülpe-Luzerne-Pferde			
Pferd Feine	75	23	98
„ Fabel	50	23	73
		Durchschnitt	85,5

Trotz der höchsten Wasseraufnahme hatte Pferd Feine den höchsten Trockenmassengehalt im Kot, eine Beobachtung, welche die Ansicht A. Scheunerts und Fr. W. Krzywaneks [26] zu bestätigen scheint, daß das aufgenommene Tränkwasser in kürzester Zeit entleert wird, eine Verdünnung des Mageninhalts und eine Störung der Verdauungsvorgänge nicht eintritt. Auch die Vermutung F. Tauberts [31], daß dies für Vegetationswasser nicht so weitgehend gilt, und daß deshalb Pferde, die viel Vegetationswasser im Futter aufnehmen, einen weicheren Kot haben, scheint dadurch eine Bestätigung zu erhalten. Der Rohproteingehalt war bei allen Pferden ohne große Schwankungen. In Übersicht 9 sind die für die 3tägigen Sammelproben des Kotes gefundenen Analysenwerte und das Mittel daraus aufgeführt. Auch hier sind aus bereits erwähnten Gründen für Rohprotein, Reineiweiß und die N-freien Extraktstoffe nur die Endwerte aufgeführt.

Die Nährstoffmengen der Kote und der Futtergaben in Gramm finden sich in den Übersichten 10 und 11.

Übersicht 9.

Nährstoffgehalt des Kotes in % der Trockenmasse.

Versuchstage	Roh-protein	Rein-eiweiß	Amide	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extrakt-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Grinsel								
1. + 2. + 3. . .	—	—	0,65	4,65	54,75	—	88,80	11,20
4. + 5. + 6. . .	—	—	0,45	4,20	55,00	—	90,15	9,85
7. + 8. + 9. . .	—	—	0,35	4,60	55,80	—	89,35	10,65
Durchschnitt . .	8,89	8,41	0,48	4,48	55,18	20,88	89,43	10,57
Pferd Garbo								
1. + 2. + 3. . .	—	—	0,30	4,65	54,75	—	89,50	10,50
4. + 5. + 6. . .	—	—	0,25	4,40	54,45	—	90,45	9,55
7. + 8. + 9. . .	—	—	0,10	4,60	52,40	—	87,55	12,45
Durchschnitt . .	7,96	7,74	0,22	4,55	53,87	22,79	89,17	10,83
Pferd Feine								
1. + 2. + 3. . .	—	—	0,30	4,25	52,65	—	87,55	12,45
4. + 5. + 6. . .	—	—	0,70	4,45	51,10	—	87,15	12,85
7. + 8. + 9. . .	—	—	0,05	3,75	52,55	—	89,30	10,70
Durchschnitt . .	9,48	9,13	0,35	4,15	52,10	22,27	88,00	12,00
Pferd Fabel								
1. + 2. + 3. . .	—	—	0,70	4,90	51,40	—	87,30	12,70
4. + 5. + 6. . .	—	—	0,70	4,25	52,85	—	87,60	12,40
7. + 8. + 9. . .	—	—	0,85	4,20	52,80	—	89,55	10,45
Durchschnitt . .	9,36	8,61	0,75	4,45	52,35	21,99	88,15	11,85

Übersicht 10.

Nährstoffgehalt des Kotes in Gramm.

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-fr. Extr.-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Grinsel . .	6763	601	569	303	3732	1412	6048	715
„ Garbo . . .	6701	533	519	305	3610	1527	5975	726
Pferd Feine . . .	4473	424	408	186	2330	996	3936	537
„ Fabel . . .	4039	378	347	180	2114	888	3560	479

Übersicht 11.
Nährstoffgehalt der Futtergabe in Gramm.

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-fr. Extr.-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Grinsel								
60,0 kg grüne Luzerne .	15378	3003	2488	389	5018	5576	13986	1392
—) 0,257 kg Futterrest	85	17	12	2	29	26	73	12
Einnahme	15293	2986	2476	387	4989	5550	13913	1380
Pferd Garbo								
55,0 kg grüne Luzerne .	14097	2753	2281	357	4600	5112	12821	1276
—) 0,443 kg Futterrest	158	29	21	3	54	47	134	24
Einnahme	13939	2724	2260	354	4546	5065	12687	1252
Pferd Feine und Fabel								
30,0 kg grüne Luzerne .	7689	1502	1244	195	2509	2788	6993	696
4,0 kg Trocken-pülpe . .	3336	147	132	13	754	2228	3143	193
Gesamteinnahme .	11025	1649	1376	208	3263	5016	10136	889

Aus den Angaben dieser beiden Zusammenstellungen lassen sich bei den Pferden Grinsel und Garbo unmittelbar die Verdauungskoeffizienten für die im Versuch verwendete grüne Luzerne errechnen. Diese Berechnung zeigt Übersicht 12.

Wie im vorhergehenden Versuch zeigt sich auch hier, daß das Pferd Garbo bis auf einen etwas höheren Wert beim Protein durchschnittlich schlechter verdaut als Pferd Grinsel. Der Durchschnitt der beiden Verdauungskoeffizienten ergibt, verglichen mit den Werten, die F. Taubert [29] und H. Wittig [35] im Pferdeversuch für grüne Luzerne feststellten, für Trockenmasse und organische Masse eine schlechtere Verdaulichkeit, während die Werte für Rohprotein, Reineiweiß und die N-freien Extraktstoffe beinahe übereinstimmen. Es ergibt sich aber ein starker Unterschied in der Verdaulichkeit der Rohfaser, welche im vorliegenden Falle gegenüber der von genannten Autoren festgestellten nur etwa die Hälfte beträgt, ohne daß sich für diesen Unterschied besondere Erklärungen finden lassen. Die von F. Taubert [29] angeführte

Übersicht 12.

Berechnung der Verdauungskoeffizienten von grüner Luzerne.

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-fr. Extr.-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Grinsel								
Einnahme g . . .	15293	2986	2476	387	4989	5550	13913	1380
Abzug: Ausgabe im Kot g	6763	601	569	303	3732	1412	6048	715
Verdaut von grüner Luzerne g . . .	8530	2385	1907	84	1257	4138	7865	
Verdaut in % . .	55,78	79,87	77,02	21,71	25,20	74,56	56,53	
Pferd Garbo								
Einnahme g . . .	13939	2724	2260	354	4546	5065	12687	1252
Abzug: Ausgabe im Kot g	6701	533	519	305	3610	1527	5975	726
Verdaut von grüner Luzerne g . . .	7238	2191	1741	49	936	3538	6712	
Verdaut in % . .	51,93	80,43	77,04	13,84	20,59	69,85	52,90	
Im Durchschnitt der zwei Pferde:								
Verdauungskoeffizienten für grüne Luzerne in % .	53,86	80,10	77,03	17,78	22,90	72,21	54,72	

Abnahme der Verdaulichkeit der Rohfaser durch vermehrten prozentischen Anteil im Futter trifft hier nicht zu, waren doch auf 25% Trockenmasse umgerechnet nur 8,16% Rohfaser in der hier verfütterten Luzerne enthalten, gegenüber 9,74% bzw. 8,21% bei F. Taubert [29]. H. Wittig [35] gibt für jüngere Luzerne allerdings nur 6,83% Rohfaser auf 25% Trockenmasse der Luzerne an, woraus zu schließen ist, daß vorliegend verfütterte Luzerne älter und deshalb vielleicht schlechter verdaulich war. Ein Abfall der Rohfaserverdaulichkeit durch starken Wassergehalt, für welchen F. Taubert [29] „knapp die Hälfte" der ursprünglichen Verdaulichkeit angibt, kommt nicht in Frage, da der Trockenmassengehalt stets ziemlich gleichartig und mit 25,63% nicht zu niedrig lag. Auch der Unkrautbesatz dürfte kaum eine Rolle spielen, da er teils geringer, teils größer war als in den Versuchen F. Tauberts [30] und H. Wittigs [35]. Die Rohfettverdauung, die F. Taubert [29] und H. Wittig [35] negativ angeben, lag bei den zwei Pferden um 8% auseinander, zur Errechnung der Verdauungskoeffizienten der Pülpe wurde der Mittelwert gebraucht.

Mit Hilfe der Verdauungskoeffizienten für grüne Luzerne konnten bei den Pferden Feine und Fabel die Werte für getrocknete Kartoffelpülpe errechnet werden. Der Gang der Berechnung war derselbe wie im ersten Ausnutzungsversuch mit Süßlupinenheu.

Übersicht 13.
Berechnung der Verdauungskoeffizienten von getrockneter Kartoffelpülpe.
(2. Versuch.)

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-fr. Extr.-stoffe	Orga-nische Masse	Roh-asche
Pferd Feine								
Gesamteinnahme g	11025	1649	1376	208	3263	5016	10136	889
Abzug: Ausgabe im Kot g	4473	424	408	186	2330	996	3936	537
Verdaute Nährstoffmenge g . .	6552	1225	968	22	933	4020	6200	
Davon entfallen auf grüne Luzerne g	4141	1203	958	35	575	2013	3827	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe g	2411	22	10	—	358	2007	2373	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe in %	72,27	14,97	7,58	—	47,48	90,08	75,50	
Pferd Fabel								
Gesamteinnahme g	11025	1649	1376	208	3263	5016	10136	889
Abzug: Ausgabe im Kot g	4039	378	347	180	2114	888	3560	479
Verdaute Nährstoffmenge g . .	6986	1271	1029	28	1149	4128	6576	
Davon entfallen auf grüne Luzerne g	4141	1203	958	35	575	2013	3827	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe g	2845	68	71	—	574	2115	2749	
Verdauter Anteil an Trockenpülpe in %	85,28	46,26	53,79	—	76,13	94,93	87,46	
Im Durchschnitt der zwei Pferde:								
Verdauungskoeffizienten für Trokkenpülpe in % .	78,78	(14,97–46,26)	(7,58–53,79)	—	(47,48–76,13)	92,51	81,48	

Ein Vergleich der beiden Pferde zeigt noch ausgeprägter als der vorhergehende Verdauungsversuch ein schlechteres Verdauungsvermögen des Pferdes Feine. Sehr stark ist dieser Unterschied bei der Rohfaser. Pferd Feine liegt hier um rund 29% niedriger als Pferd Fabel. Ein Grund für diese Erscheinung kann nicht angegeben werden. Gegen irgend welche Verdauungsstörungen sprechen die sonst normalen, wenn auch etwas unter dem Mittel liegenden Werte für die übrigen wertbestimmenden Bestandteile der Trockenpülpe. Da bei Pferd Fabel die Rohfaserverdauung genau gleich hoch ist wie im vorhergehenden Versuch, was gegen eine Herabsetzung der Rohfaserverdaulichkeit der Trockenpülpe bei Grünfütterung spricht, ist von der Berechnung eines Mittelwertes hier abgesehen. Die Verdaulichkeit von Trockenmasse, N-freien Extraktstoffen und organischer Masse liegt im zweiten Versuch mit grüner Luzerne bei Pferd Fabel durchgehend etwas höher, bei Pferd Feine etwas niedriger als im ersten Versuch mit Süßlupinenheu. Die Durchschnittszahlen decken sich überraschend gut. Für Rohprotein und Reineiweiß finden sich für beide Pferde positive, wenn auch stark voneinander abweichende Werte. Durchschnittswerte werden deshalb nicht angegeben. Bei dem relativ kleinen Anteil, den Rohprotein und Reineiweiß innerhalb der N-haltigen Stoffe des Gesamtfutters bilden (9% bzw. 10%), ist diese Erscheinung nicht weiter überraschend. Kleine Abweichungen im Verdauungsvermögen der einzelnen Pferde oder auch innerhalb der Fehlergrenzen schwankende Analysenwerte vermögen sich in solchen Fällen bekanntlich sehr stark auszuwirken (vgl. auch 1. Versuch S. 233). Immerhin scheint wie auch schon vorher (S. 234) erwähnt wurde, eine gewisse Verdaulichkeit der N-haltigen Stoffe bei der Trockenpülpe vorzuliegen. Diese dürfte aber so niedrig sein, daß sie in Anbetracht des geringen prozentischen Anteils an Rohprotein und Reineiweiß in der Trockenpülpe praktisch ohne Bedeutung ist. Die in den Versuchen gefundenen größtenteils negativen Werte berechtigen dazu, Rohprotein und Reineiweiß der Trockenpülpe im großen Durchschnitt als unverdaulich anzusprechen. Für Rohfett finden sich bei beiden Pferden negative Werte, während sie sich im ersten Versuch bei sämtlichen vier Pferden als über 100% liegend auswiesen. Die Ursache ist erklärlich. Der Anteil des Rohfetts aus Trockenpülpe ist im Versuch mit grüner Luzerne mit nur 6% des Gesamtrohfetts der Futtergaben noch um die Hälfte kleiner als im vorhergehenden Versuch mit Süßlupinenheu. Geringe Schwankungen, auch innerhalb der Fehlergrenzen, wirken sich deshalb in noch stärkerem Maße aus. Außerdem scheint die Bestimmung der Verdaulichkeit des Rohfetts bei Verfütterung von

Grünfuttermitteln überhaupt auf wesentlich größere Schwierigkeiten zu stoßen, als bei anderen Futtermitteln. Darauf deuten auch die Angaben von G. Winkler [34] und F. Taubert [29] hin.

Der Hauptzweck der zweiten Untersuchung der Verdaulichkeit von Trockenpülpe bei der Verfütterung mit grüner Luzerne war eine Überprüfung der Ergebnisse des ersten Versuchs. Als Erfolg ist festzustellen, daß eine Änderung der Verdaulichkeit der Pülpe bei gleichzeitiger Verfütterung von Grünfutter nicht stattgefunden hat, denn für die N-freien Extraktstoffe ergaben sich in beiden Versuchen sechs sehr gleichmäßig liegende Verdauungskoeffizienten mit Schwankungen von 89,95% bis 94,93%. Dasselbe gilt für organische Masse und Trockenmasse und bis auf eine Ausnahme auch von der Rohfaser. Die Unterschiede in der Rohfettverdauung sind nicht außergewöhnlich, außerdem fällt bei einem Anteil von 0,28% in der Frischmasse der Durchschnittsproben der Trockenpülpe die Verdaulichkeit fast nicht ins Gewicht.

Die Ergebnisse betreffend Rohprotein und Reineiweiß lassen die Festlegung von Verdauungskoeffizienten für diese Nährstoffe zwar nicht zu, sondern deuten nur auf eine gewisse Verdaulichkeit der N-haltigen

Übersicht 14.
Zusammenstellung
der in den Ausnutzungsversuchen gewonnenen
Verdauungskoeffizienten.

	Trock.-masse	Roh-protein	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Masse
	%	%	%	%	%	%	%
Getrocknete Kartoffelpülpe							
Pferd Feine 1. Versuch	75,68	—	—	100,00	69,93	91,90	80,87
(2. „)	(72,27)	(14,97)	(7,58)	(—)	(47,48)	(90,08)	(75,50)
Pferd Grinsel 1. Versuch	81,84	—	—	100,00	77,70	94,82	85,59
Pferd Fabel 1. Versuch	79,85	—	17,56	100,00	76,21	91,03	83,80
(2. „)	(85,28)	(46,26)	(53,79)	(—)	(76,13)	(94,93)	(87,46)
Pferd Garbo 1. Versuch	74,73	—	—	100,00	63,40	89,95	78,62
Durchschnitt aus 1. Versuch	78,03	—	— (0–17,56)	100,00	71,81	91,90	82,22
Grüne Luzerne							
Pferd Grinsel	55,78	79,87	77,02	21,71	25,20	74,56	56,53
Pferd Garbo	51,93	80,43	77,04	13,84	20,59	69,85	52,90
Durchschnitt	53,86	80,10	77,03	17,78	22,90	72,21	54,72

Bestandteile der Trockenpülpe hin. In der vorstehenden Übersicht 14 sind die für Trockenpülpe angegebenen Mittelwerte nur aus den Ergebnissen des ersten Ausnutzungsversuchs gebildet, mit ihnen wurde auch der im folgenden Fütterungsversuch benutzte Stärkewert der Trockenpülpe errechnet, während die Ergebnisse des zweiten Ausnutzungsversuchs nur als Überprüfung und Bestätigung gewertet werden sollen.

V. Fütterungsversuch.

1. Versuchsplan.

Um getrocknete Kartoffelpülpe auch auf ihre Futterwirkung zu prüfen, wurde mit den vorgenannten 8 Pferden = 4 Gespannen ein Fütterungsversuch durchgeführt, der sich in zwei Abschnitten über 16 Wochen erstreckte. In dem 8 Wochen währenden Abschnitt I wurden die Versuchspferde der Gespanne mit Trockenpülpe + Süßlupinenheu, in Abschnitt II durch ebenfalls 8 Wochen mit Trockenpülpe + grüner Luzerne als Hauptfutter gefüttert. Süßlupinenheu und grüne Luzerne waren in Untersuchungen von K. Gretsch [8], F. Taubert [29, 30] und H. Wittig [35] als geeignete Pferdefuttermittel befunden worden, so daß gegen ihre Mitverfütterung keine Bedenken bestanden. Die Ration der Normalpferde war möglichst vielseitig zusammengesetzt.

Durch die Zusammenstellung je eines Normalpferdes und eines Versuchspferdes zu einem Gespann, in dem also beide Pferde ständig die gleiche Arbeit zu leisten hatten, war die Möglichkeit gegeben, einen Vergleich über die Auswirkung der Trockenpülpeverfütterung zwischen Normal- und Versuchspferden zu ziehen. Dabei dienten vor allem die Gewichtsfeststellungen, mehr oder weniger starke Ermüdungserscheinungen, Schwitzen, Arbeitswilligkeit, Beurteilung des Haarkleides der Pferde und ihres allgemeinen Gesundheitszustandes als Vergleichsmaßstäbe.

2. Arbeitsleistung und -Bedarf.

Die acht im Versuch stehenden Pferde arbeiteten während der ganzen Versuchsdauer im landwirtschaftlichen Betrieb der Forschungsanstalt in Kraftborn. Entsprechend der Jahreszeit des Versuchs bestand die Arbeit aus Hackfruchtpflege, Heu- und Getreideernte. Eine Festlegung der Arbeitsleistung wurde nicht vorgenommen. Die täglich zu verrichtende Arbeit wurde für jedes Gespann einzeln aufgezeichnet und darauf geachtet, daß beide Pferde innerhalb des Gespanns gleichmäßig zogen. Entsprechend den zu verrichtenden Arbeiten wurden für

die Dauer des Versuchs die Futtergaben auf „schwere Arbeit" eingestellt. Als Bedarfszahlen dienten die von K. Richter [23] angegebenen. Diese beliefen sich, umgerechnet auf das im vorliegenden Versuch ungefähr dem Durchschnittsgewicht aller Pferde entsprechenden Gewicht von 650 kg berechnet, auf 865 g verdauliches Reineiweiß und 8125 g Stärkewert. Diese Bedarfsnormen bedeuten eine Kürzung der Kellnerschen Normen um 32,5% im Eiweiß und 20% im Stärkewert. Die Richtigkeit dieser Normen wurde in langfristigen Versuchen von K. Richter und Mitarbeitern [25] nachgewiesen.

Die von P. Ehrenberg [3] für schwere Arbeit aufgeführte Norm deckt sich im Stärkewert, während sie im Eiweißgehalt mit 975 g für 650 kg Lebendgewicht um 110 g höher liegt.

3. Nährstoffgehalt der Futtermittel.

Alle im Versuch verfütterten Futtermittel wurden laufend im Laboratorium der Forschungsanstalt auf ihren Nährstoffgehalt untersucht. Von der grünen Luzerne wurden zweimal wöchentlich Proben entnommen und darin Trockenmasse und Rohprotein festgestellt. Dieselben Proben wurden dann getrocknet, gemahlen und je 4 Proben zu einer Sammelprobe vermischt analysiert. Die im Fütterungsversuch

Übersicht 15.

Chemische Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Futtermittel.

	Getrocknete Kartoffelpülpe	Süßlupinenheu	Grüne Luzerne	Hafer	Zuckerschnitzel	Kartoffelflocken	Roggenstrohhäcksel
	%	%	%	%	%	%	%
	In der Trockenmasse						
Organ. Substanz .	93,67	87,38	90,44	96,20	95,65	95,00	92,65
Rohprotein . . .	4,00	22,68	19,13	12,40	5,75	8,80	3,90
Reineiweiß . . .	3,68	19,83	15,27	10,35	4,65	4,45	3,50
Amide	0,32	2,85	3,86	2,05	1,10	4,35	0,40
Rohfett	0,32	3,43	2,47	4,65	0,40	0,35	1,85
Rohfaser	22,40	28,28	32,76	15,20	9,05	7,40	47,30
N-freie Extraktstoffe . .	66,78	33,00	35,65	63,95	80,45	78,45	39,60
Asche	6,33	12,63	9,56	3,80	4,35	5,00	7,35
	Im Ausgangsmaterial						
Trockenmasse . .	87,78	89,38	24,41	89,50	94,20	87,90	91,10
Verdauliches Reineiweiß	—	11,6	2,8	7,0	2,4	2,6	0,5
Stärkewert . . .	65,1	34,8	7,6	56,8	73,3	76,8	15,7

verfütterten Futtermittel wiesen folgenden durchschnittlichen Nährstoffgehalt auf wobei die Gehaltszahlen für Trockenpülpe als Mittel aus 3, für Süßlupinenheu als Mittel aus 2, für grüne Luzerne als Mittel aus 5 Analysen gewonnen wurden.

Die Berechnung des Stärkewertes wurde nach O. Kellner [17] mit verdaulichem Reineiweiß als Eiweißwert [(Rohprotein × Verdauungskoeffizient — Amide) × 0,94] vorgenommen. Als Verdauungskoeffizienten für getrocknete Kartoffelpülpe und grüne Luzerne dienten eigene im Versuch gefundene Werte. Hafer und Roggenstrohhäcksel wurden nach den von O. Kellner [17], Süßlupinenheu nach den im Pferdeversuch von K. Gretsch [8] ermittelten Verdauungskoeffizienten berechnet. Für Kartoffelflocken wurden an Schweinen im Institut für Haustierfütterung in Kraftborn gewonnene Verdauungswerte benutzt. Nach den von B. Niesel-Lessenthin [20] bei Pferden gefundenen Verdauungskoeffizienten würde sich der Stärkewert der Kartoffelflocken nur auf 66,4 kg im Ausgangsmaterial stellen, welcher Wert, besonders im Vergleich zu der mitverfütterten Kartoffelpülpe, zu niedrig erschien[1]. Der Stärkewert der Zuckerschnitzel errechnete sich auf die von G. Fingerling [6] bei Schweinen angegebene Berechnungsart. Mit den von K. Hötzel [13] bei Pferden ermittelten Verdauungskoeffizienten gerechnet ergab sich bei einer Wertigkeit der Zuckerschnitzel von 90 ein Stärkewert von nur 66,5 kg im frischen Futter. Bei Süßlupinenheu, grüner Luzerne und Roggenstrohhäcksel wurden Rohfaserabzüge vorgenommen, während für getrocknete Kartoffelpülpe und die anderen Futtermittel die von O. Kellner [17] angegebene Wertigkeit, die für Kartoffelpülpe 95 beträgt, eingesetzt wurde.

4. Futtergaben und Fütterungsart.

Die auf ihre Futterwirkung zu prüfende Trockenpülpe wurde als stärkewertreiches und eiweißfreies oder doch sehr eiweißarmes Futtermittel zur Ergänzung des eiweißreichen Süßlupinenheus und von grüner Luzerne verabreicht. Die alleinige Verfütterung dieser Futtermittel bis zur Sättigung würde weitgehende Eiweißverschwendung zur Folge gehabt haben [8, 23]. Zunächst war beabsichtigt, lediglich Trockenpülpe als stärkewertreiches Ergänzungsfuttermittel in die Rationen aufzunehmen und die Versuchspferde einseitig mit Süßlupinenheu bzw. grüner Luzerne + Trockenpülpe zu füttern. Dieses Vorhaben konnte jedoch nicht ausgeführt werden, da die Pferde die dann erforderliche sehr hohe Menge Trockenpülpe nicht aufnahmen. Es mußten daher die ebenfalls eiweißarmen Zuckerschnitzel herangezogen werden. Wie schon oben erwähnt, war die Freßlust der Pferde individuell verschieden. Im ersten Teil des Versuchs wurde daher keine gleichmäßige Versuchsration für alle 4 Pferde aufgestellt, sondern der Pülpeanteil wurde entsprechend

[1] Die von ihm verfütterten Kartoffelflocken waren aus alten, stark gekeimten Kartoffeln hergestellt.

Übersicht 16.

Zusammensetzung der Futtergaben und Aufnahme von verdaulichem Eiweiß, Stärkewert und Trockenmasse je 650 kg Gewicht im ersten Versuchsabschnitt mit Süßlupinenheu als Grundfutter.

Futtermittel	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert	Trockenmasse
kg	g	g	g
Trockenpülpepferde:			
Pferd Grinsel			
5,4 kg getrocknete Kartoffelpülpe	—	3515	4740
6,8 „ Süßlupinenheu	789	2366	6078
3,3 „ Zuckerschnitzel	79	2419	3109
0,5 „ Roggenstrohhäcksel	3	79	456
zusammen	871	8379	14383
Pferd Fahne			
4,7 kg getrocknete Kartoffelpülpe	—	3060	4126
6,8 „ Süßlupinenheu	789	2366	6078
3,6 „ Zuckerschnitzel	86	2639	3391
0,3 „ Roggenstrohhäcksel	2	47	273
zusammen	877	8112	13868
Pferd Fabel			
4,9 kg getrocknete Kartoffelpülpe	—	3190	4311
6,8 „ Süßlupinenheu	789	2366	6078
3,4 „ Zuckerschnitzel	82	2492	3203
0,5 „ Roggenstrohhäcksel	3	79	456
zusammen	874	8127	14048
Pferd Berta			
4,6 kg getrocknete Kartoffelpülpe	—	2995	4038
6,8 „ Süßlupinenheu	789	2366	6078
3,7 „ Zuckerschnitzel	89	2712	3485
0,3 „ Roggenstrohhäcksel	2	47	273
zusammen	880	8120	13874
Normalpferde:			
4,6 kg Süßlupinenheu	534	1601	4111
2,9 „ Kartoffelflocken	75	2227	2549
4,0 „ Zuckerschnitzel	96	2932	3862
2,0 „ Hafer	140	1136	1790
2,3 „ Roggenstrohhäcksel	12	361	2095
zusammen	857	8257	14407

der Freßlust höher oder niedriger bemessen. Erst im zweiten Versuchsabschnitt konnten einheitliche Futtergaben festgesetzt werden. Das Futter der Normalpferde war möglichst vielseitig zusammengesetzt und der in praktischen Betrieben angewandten Fütterungsweise angepaßt. Um Vergleichsmöglichkeiten zu gewähren, sind in den Übersichten 16 und 17 die Futtergaben für die einzelnen Pferde in den zwei Versuchsabschnitten einheitlich auf 650 kg Lebendgewicht berechnet.

Nach Übersicht 16 waren, auf 650 kg Lebendgewicht berechnet, bei den Versuchspferden Schwankungen in der Pülpeaufnahme von 4,6 kg bis 5,4 kg zu verzeichnen. Die Eiweiß- und Stärkewertgaben waren bei allen Pferden sehr ausgeglichen. Sie bewegten sich in der Höhe der festgesetzten Normen.

Der Übergang auf den zweiten Versuchsabschnitt mußte allmählich vorgenommen werden, da die Pferde bei Grünfütterung nur sehr langsam und zögernd an die Aufnahme der Trockenpülpe herangingen. Nach einigen Tagen der Gewöhnung wurden die vorgesehenen Pülpemengen jedoch ohne Rest verzehrt. Der Trockenpülpeanteil wurde im zweiten Versuchsabschnitt einheitlich auf 4,5 kg je 650 kg Lebendgewicht festgesetzt. Die Verfütterung des Grünfutters erfolgte ungehäckselt aus Raufen. Jedem Pferd wurden dabei 2,0 kg Luzerne mehr eingewogen als in Übersicht 17 angegeben ist, da nach von Zeit zu Zeit vorgenommenen Feststellungen ungefähr 2 kg je Tag durch Herabziehen und Eintreten in die Streu verloren gingen.

Übersicht 17.

Zusammensetzung der Futtergaben und Aufnahme an verdaulichem Eiweiß, Stärkewert und Trockenmasse je 650 kg Gewicht im zweiten Versuchsabschnitt mit grüner Luzerne.

Futtermittel	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert	Trockenmasse
kg	g	g	g
Trockenpülpepferde:			
34,0 kg grüne Luzerne	952	2584	8299
4,5 „ getrocknete Kartoffelpülpe	—	2930	3950
3,2 „ Zuckerschnitzel	77	2346	3014
zusammen	1029	7860	15263
Normalpferde:			
30,0 kg grüne Luzerne	840	2280	7323
1,8 „ Kartoffelflocken	47	1382	1582
5,5 „ Zuckerschnitzel	132	4032	5181
zusammen	1019	7694	14086

Die Fütterung der Normalpferde unterschied sich insofern von der des ersten Versuchsabschnitts, als auf eine Beigabe von Hafer verzichtet wurde. Damit entsprach die Ration der Normalpferde den Futterbeispielen, die K. Richter [24] auf Grund langjähriger Erfahrungen der Praxis mitgeteilt hat. In Übersicht 17 sind die Futtergaben im zweiten Versuchsabschnitt dargestellt.

Die Nährstoffgaben waren bei Trockenpülpe- und Normalpferden ausgeglichen, der Stärkewert lag unter der Norm von 8125 g, während die verfütterten Eiweißmengen sich beträchtlich höher stellten (Bedarfsnorm: 865 g). Diese Unstimmigkeiten rühren daher, daß bei der Errechnung der Futterrationen grüne Luzerne, für die noch keine Analysen vorlagen, im Eiweißanteil zu niedrig, im Stärkewert aber zu hoch eingesetzt wurde. Da dies für Versuchs- und Normalpferde gleichermaßen zutraf, dürfte es für die Beurteilung der Futtereigenschaften der Trockenpülpe keine Rolle spielen. Die Trockenmasse lag bei den Pülpepferden um rd. 1,2 kg höher als bei den Normalpferden, bewegte sich jedoch innerhalb der von K. Richter [24] mit 12–15 kg benötigter Trockenmasse angegebenen Grenzen.

Die Futterzuteilung erfolgte zu den schon früher bei den Ausnutzungsversuchen erwähnten Futterzeiten (s. S. 227). Krankheiten oder Verdauungsstörungen traten während der Versuchszeit nie auf.

5. Wasseraufnahme.

B. Niesel-Lessenthin [20] hatte in einem Versuch mit Kartoffelflocken festgestellt, daß die Flockenpferde im Gegensatz zu den Normalpferden im Durchschnitt 15–20% mehr Wasser aufnahmen. Es lag nahe, daß auch in vorliegendem Versuch eine ähnliche Erfahrung gemacht werden konnte. Im Laufe des Versuchs wurde daher bei 6 Pferden der Wasserverbrauch festgestellt (s. S. 220). Zunächst sei die Wasseraufnahme derjenigen Pferde aufgeführt, die im ersten Ausnutzungsversuch standen.

Wasseraufnahme im 1. Ausnutzungsversuch.

	Gesamt	Auf 1 kg Futtertrockenmasse		Gesamt	Auf 1 kg Futtertrockenmasse
	kg	kg		kg	kg
Pferd Feine	86	6,7	Pferd Fabel	59	4,8
„ Grinsel	70	5,5	„ Garbo	69	5,6

Da die Pferde in diesem Versuch ein beinahe einheitliches Futter (s. S. 227) bekamen, ist ein Vergleich möglich. Dieser zeigt, daß die Wasseraufnahme in sehr

starkem Maße durch individuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Tieren bestimmt wird [31]. Dasselbe zeigte die Wasseraufnahme im zweiten Ausnutzungsversuch, die schon früher in anderem Zusammenhange mitgeteilt wurde (s. S. 240). Auch hier hatte Pferd Feine die höchste, Pferd Fabel die geringste Aufnahme. Im Durchschnitt ergab sich im Fütterungsversuch folgender Wasserverzehr je Tag:

Normalpferde		Trockenpülpepferde	
I. Versuchsabschnitt			
Pferd Berta . . .	56 kg	Pferd Agnes . . .	47 kg
II. Versuchsabschnitt			
Pferd Feine . . .	78 kg	Pferd Grinsel . .	78 kg
„ Garbo . . .	72 „	„ Fabel . . .	67 „

An den einzelnen Tagen schwankte die Aufnahme bei Versuchs- und Normalpferden gleich stark. Aus obigen Zahlen wäre vielleicht zu entnehmen, daß die Verfütterung von Trockenpülpe eine Verringerung des Wasserverzehrs zur Folge hat, jedoch waren die individuellen Unterschiede im vorliegenden Falle größer, als die sich aus der verschiedenen Fütterung ergebenden, so daß eine derartige Feststellung nicht berechtigt erscheint. Die gefütterten Pülpemengen waren neben dem anderen Futter wohl auch nicht groß genug, um einen Unterschied in der Wasseraufnahme bei Normal- und Versuchspferden hervorzurufen.

6. Gewichtsfeststellungen, Arbeitsleistungen und Ernährungszustand.

Die Auswirkung der verschiedenartigen Fütterung wurde durch regelmäßiges Wiegen der Pferde, durch Beobachtung des Haarkleids, der Arbeitswilligkeit und überhaupt des Allgemeinbefindens erfaßt. Die Gewichtsfeststellungen erfolgten zu Versuchsbeginn und weiter

Übersicht 18.
Durchschnittsgewichte der Pferde aus je 3 Wägungen in kg.

Name	Anfangsgewicht 4. 5.	Trockenpülpe + Süßlupinenheu				Trockenpülpe + grüne Luzerne				+ —
		18. 5.	1. 6.	15. 6.	29. 6.	13. 7.	27. 7.	10. 8.	24. 8.	
Trockenpülpepferde										
Grinsel .	678	674	670	673	661	677	679	659	680	+ 2
Fahne .	623	631	617	645	637	640	655	633	642	+ 19
Fabel .	680	677	675	678	670	671	679	661	686	+ 6
Berta .	668	684	681	680	675	690	701	668	684	+ 16
Normalpferde										
Feine . .	661	669	649	664	643	651	669	654	677	+ 16
Harras .	542	554	545	561	559	563	577	564	573	+ 31
Garbo .	670	683	681	678	665	678	671	666	689	+ 19
Agnes .	595	601	608	615	625	637	640	618	632	+ 37

in Abständen von 14 Tagen, jeweils Mittwoch, Donnerstag und Freitag, da die Gewichte am Montag und zum Teil auch noch am Dienstag von der Stallruhe am Sonntag beeinflußt sind. Die Pferde wurden um 11 Uhr nach der Vormittagsarbeit ohne Geschirr gewogen. Das Ergebnis dieser Feststellungen ist in Übersicht 18 aufgezeichnet.

Die Gewichtsfeststellungen weisen bei sämtlichen Pferden eine Zunahme des Gewichts auf, welche bei den Trockenpülpepferden im Durchschnitt 11 kg, bei den Normalpferden 26 kg beträgt. Gewichtsschwankungen an den einzelnen Wägeterminen sind bei allen Pferden festzustellen, doch gehen sie nicht über ein normales Maß hinaus. Sie wurden hervorgerufen durch mehr oder weniger schwere Arbeiten an den betreffenden Wägetagen und andere Umstände. Eine unterschiedliche Wirkung der Pülpegaben bei Trockenfütterung im Gegensatz zur Grünverfütterung war nicht festzustellen. Der Ernährungszustand der Pferde war in der ganzen Versuchszeit als gut zu bezeichnen, ebenso machten sich keinerlei gesundheitliche Schädigungen durch die Trockenpülpeverfütterung bemerkbar. Auch Pferd Grinsel, das 8 Wochen lang mit täglich 5,6 kg eine immerhin beträchtliche Menge von Trockenpülpe erhalten hatte, zeigte keinerlei Besonderheiten in Gesundheit und Leistung. Wie die Gesundheit, so standen auch Arbeitswilligkeit und Leistungsfähigkeit bei den Versuchspferden in keiner Weise hinter den Normalpferden zurück, Körperverfassung, Haarkleid und Verdauungstätigkeit waren ordnungsgemäß. Ermüdungserscheinungen und Schwitzen machten sich nur in dem auch bei den Normalpferden beobachteten Maße bemerkbar.

7. Möglichkeiten des Einsatzes getrockneter Kartoffelpülpe bei der Fütterung der Arbeitspferde.

Nach dem Ergebnis sowohl der Verdauungsversuche wie auch des langfristigen Fütterungsversuches ist zu folgern, daß getrocknete Kartoffelpülpe in bezug auf Futterwert und Futterwirkung als ein durchaus brauchbares Futtermittel für Arbeitspferde anzusprechen ist. Durch ihren hohen Stärkewert ist die Pülpe vor allem zur Verwendung als Ausgleichsbeifutter zu eiweißreichen Futtermitteln geeignet. Praktisch kommt daher die Verfütterung hauptsächlich in Frage bei der Verabfolgung größerer Mengen hochwertigen Heus und Grünverfütterung vor allem von eiweißreichen Leguminosen. Die zweckmäßige Höhe der Pülpegaben ist abhängig von der Freßlust der Pferde. Als normale Gabe im landwirtschaftlichen Betrieb sind nach den Erfahrungen im Verlaufe des Versuchs 4,0 kg je Tier und Tag an-

zusprechen, wobei die allmähliche Gewöhnung an die Aufnahme dieses Futtermittels besonders zu betonen ist. Voraussetzung für eine Aufnahme in dieser Höhe ist einwandfreie Beschaffenheit der Trockenpülpe und peinliche Sauberkeit beim Füttern. Am zweckmäßigsten wird Trockenpülpe in trockenem Zustand mit den übrigen Futtermitteln vermischt verabreicht. Wenn sie angefeuchtet verfüttert wird, ist vor jeder neuen Futterzeit die Krippe gründlichst zu säubern, da andernfalls leicht Säuerung und Schimmelbildung in den Futterresten auftreten.

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Der über 112 Tage währende Versuch der Verfütterung getrockneter Kartoffelpülpe an Arbeitspferde brachte folgende Ergebnisse:

1. Getrocknete Kartoffelpülpe wurde nach langsamer Gewöhnung von allen Pferden gut aufgenommen. Die Höchstgaben betrugen 4,6 kg–5,6 kg je Pferd und Tag. Darüber hinaus konnte eine Aufnahme nicht erzielt werden.

2. Gesundheitliche Schädigungen oder verminderte Arbeitsleistung konnten bei den Versuchspferden gegenüber den Normalpferden nicht festgestellt werden, ebenso war die Gewichtsentwicklung gleichartig.

3. Unterschiedliche Wirkung getrockneter Kartoffelpülpe bei Trockenfütterung zu Süßlupinenheu und bei Grünfütterung zu grüner Luzerne war nicht festzustellen.

4. In einem Ausnutzungsversuch, der mit 4 Pferden unter Verfütterung von getrockneter Kartoffelpülpe und Süßlupinenheu durchgeführt wurde, ergaben sich folgende Verdauungskoeffizienten:

Rohprotein	—
Reineiweiß	—
Rohfett	100,00%
Rohfaser	71,81%
N-freie Extraktstoffe .	91,90%
Organische Masse . . .	82,22%

Damit erwies sich getrocknete Kartoffelpülpe in ihren wertbestimmenden Bestandteilen als hochverdaulich.

5. In einem zweiten Ausnutzungsversuch, der mit getrockneter Kartoffelpülpe und grüner Luzerne an 4 Pferden durchgeführt wurde, wobei 2 Pferde zur Bestimmung der Verdaulichkeit der mitverfütterten grünen Luzerne dienten, konnten die vorgenannten Verdauungskoeffizienten für die wertbestimmenden Bestandteile bestätigt werden. Änderungen ergaben sich aus nicht ersichtlichem Grunde nur bei einem Pferde hinsichtlich der Verdauung der Rohfaser. Für Rohprotein und Reineiweiß wurden Verdauungswerte gefunden, doch lagen diese so weit auseinander, daß Verdauungskoeffizienten für die N-haltigen Stoffe nicht angegeben werden können. Unterschiede in der Verdaulichkeit des Rohfetts, welche bei den beiden Versuchen zutage traten, sind auf den geringen Anteil des Rohfetts in getrockneter Kartoffelpülpe und auf dadurch bedingte Untersuchungsfehler zurückzuführen.

6. Zur Berechnung des Stärkewertes getrockneter Kartoffelpülpe wurden die oben erwähnten bei 4 Pferden gewonnenen Verdauungskoeffizienten benutzt. Dabei wurde der von KELLNER [17] angegebene Wertigkeitsabzug vorgenommen. Für getrocknete Kartoffelpülpe errechnete sich ein Stärkewert von 74,2 kg auf 100% Trockenmasse bzw. bei 87,78% Trockenmasse in der gelieferten Trockenpülpe auf 65,1%.

7. Getrocknete Kartoffelpülpe ist ein für landwirtschaftliche Arbeitspferde durchaus brauchbares, stärkewertreiches Futtermittel. Seine Verfütterung ist zur Verhütung von Eiweißverschwendung und zwecks Verbilligung der Pferdefütterung volkswirtschaftlich erwünscht. Die zweckmäßig an Arbeitspferde zu verfütternde Menge liegt bei 4,0 kg je Pferd und Tag.

Schrifttumsnachweis.

1. C. BRAHM, in MANGOLDS Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlag Springer **2** (1929) 422. — 2. E. BROUWER, Fütterungsversuch mit Kartoffelpülpe bei Milchvieh. Versl. landbouwkdg. Onderzoek. Der Rijkslandbouwproewfst. **36** (1931) 36–63. — 3. P. EHRENBERG, Die neuzeitliche Fütterung der landwirtschaftlichen Arbeitspferde. Arb. Dtsch. Ges. Züchtungskde. Heft **52** (1932) 67. — 4. P. EHRENBERG, H. NIESCHLING u. G. LIPINSKI, Die bitterstofffreie Gelblupine (Süßlupine) als Haferersatz bei der Fütterung von Arbeitspferden. Teil I. Verwendung als Haferersatz. Züchtungskunde **10** (1935) 329, 330, 323, 326. — 5. P. EHRENBERG u. H. NIETSCH, Die Verfütterung von Holzzuckerhefe als Eiweißträger an Arbeitspferde und der Ersatz der Haferfütterung durch Trockenschnitzel oder Kartoffelflocken mit Holzzuckerhefe. Landw. Versuchsstat. **125** (1936) 316. — 6. G. FINGERLING, Der Stärkewert der Zuckerrüben. Landw. Versuchsstat. **127** (1937) 235–312. — 7. G. FINGERLING, Über den heutigen Stand der Methodik des Stoffwechselversuchs und die Notwendigkeit ihrer Weiterentwicklung. Der Forschungsdienst (Sonderheft) **2** (1936) 64. — 8. K. GRETSCH, Die Eignung von künstlich getrockneter Süßlupine bei der Fütterung an landwirtschaftliche Arbeitspferde in Verbindung mit kohlenhydratreichen Futtermitteln. Dissertation. Breslau 1939. — 9. H. GÜNTHER, Fütterungsversuch mit Kohlrüben als Haferersatz bei Arbeitspferden. Landw. Jb. **80** (1934) 730. — 10. J. HANSEN, W. DIETRICH u. H. VOGEL, Stärkegewinnung aus Kartoffeln ohne Verlust an Nährstoffen. Mitt. D. L. G. **41** (1926) 16. — 11. N. HANSSON, Fütterung der Haustiere. Verlag Steinkopff. 2. Auflage 1929. S. 254, 255 (1929). — 12. K. HOETZEL, Zur Verdaulichkeit und Verwertung von Heu und Stroh bei der Fütterung an Arbeitspferde. Landw. Jb. **73** (1931) 955. — 13. K. HÖTZEL, Futterzucker und Zuckerschnitzel als Haferersatz bei der Fütterung an Arbeitspferde. Z. d. Ver. d. Dtsch. Zuckerindustrie **84** (1934) 152. — 14. P. HOLDEFLEISS, Zitiert nach PAROW. Handbuch der Stärkefabrikation. Verlag Parey. 2. Auflage 1928. S. 481 (1928). — 15. F. HONCAMP, Landwirtschaftliche Fütterungslehre und Futtermittelkunde. Verlag Ulmer 1921. S. 278 (1921). — 16. F. HONCAMP, B. GSCHWENDERER u. D. ENGBERDING, Die Verdaulichkeit der getrockneten Kartoffelpülpe. J. Landw. **58** (1910) 381–384. — 17. T. KATAYAMA, Über die Verdaulichkeit der Futtermittel bei Hühnern. Bull. of the imperial agric. exp. stat. in Japan **1** (1924) 3. — 18. O. KELLNER, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlag Parey. 9. Auflage 1920.

S. 647, 383, 490, 49, 35, 637, 626, 648, 643, 634, 635 (1920). — 19. W. Lintzel, in Mangolds Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlag Springer 1931. **3** (1931) 360, 270, 383. — 20. E. Mangold, Die Verdaulichkeit der Futtermittel und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen. Der Forschungsdienst (Sonderheft) **2** (1936) 37. — 21. B. Nieselessenthin, Die Verfütterung hoher Kartoffelflockengaben an landwirtschaftliche Arbeitspferde. J. Landw. **85** (1938) 186, 206. — 22. H. Nitsche, Wirkung regelmäßiger Körperdurcharbeitung bei einjährigen gröberen Warmblutfohlen. Landw. Jb. **83** (1936) 103. — 23. J. J. Ott de Vries, Die Verdaulichkeit der Kartoffelpülpe bei Schweinen. Vereeniging tot Exploitation eener Proefzuivelboerderij to Hoorn. Jaacverlag 1919. S. 15 (1919). — 24. K. Richter, Praktische Viehfütterung. Verlag Ulmer. 7. Auflage 1939. **36** (1939) 43. — 25. K. Richter, Mastversuch mit getrockneter Kartoffelpülpe gegen gedämpfte Kartoffeln. Züchtungskde. **2** (1927) 99. — 26. K. Richter, R. Ehinger u. K. Gretsch, Der Eiweißbedarf des schweren landwirtschaftlichen Arbeitspferdes. Im Druck. — 27. A. Scheunert u. Fr. W. Krzywanek, in Mangolds Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. **2** (1929) 244. Verlag Springer 1929. — 28. A. Scholz, Die rohe Zuckerrübe als Futter für schwere Arbeitspferde. 12. Beitrag zur Ausbildung des wissenschaftlichen Pferdefütterungsversuches in der Praxis. J. Landw. **81** (1933) 337, 336. — 29. W. Stahl, A. Göhner u. F. Bartsch, Welchen Wert hat Kartoffelpülpe für die Schweinemast? Z. Schweinez. **39** (1932) 229. — 30. F. Taubert, Verdauungskoeffizienten und ähnliche Bestimmungen von Grünfutter (grüner Hafer, Luzerne-Kleegemisch) bei landwirtschaftlichen Arbeitspferden. Tierernährung **6** (1934) 174, 188, 185, 201, 194, 196. — 31. F. Taubert, Die Verwendung von Grünfutter als Haferersatz bei der Ernährung von Arbeitspferden. Landw. Jb. **79** (1934) 865, 857, 849–911. — 32. F. Taubert, Untersuchungen über Wasserverzehr, Verdunstung und Schwitzen bei Arbeitspferden. Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 145, 148, 146. — 33. H. Toepsch, Die Eignung der Süßlupinenkörner zur Verfütterung an Pferde und ihre Verdauungskoeffizienten. Landw. Jb. **84** (1937) 508, 503. — 34. G. Winkler, Die Eignung der Kakaoschalen zur Verfütterung an Arbeitspferde. Tierernährung **10** (1938) 40. — 35. G. Winkler, Analytische Untersuchungen über die Veränderung von Futter- und Kotproben. Tierernährung **11** (1939) 206–209. — 36. H. Wittig, Stoffwechseluntersuchungen und andere Bestimmungen bei der Fütterung junger und älterer Luzerne an Arbeitspferde. Tierernährung **10** (1938) 500, 498, 522, 496, 481–523. — 37. E. v. Wolff, Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes. Verlag Parey 1886. S. 14, 17 (1886). — 38. N. Zuntz u. O. Hagemann, Nach O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlag Parey. 9. Auflage 1920. S. 488 (1920).

Für die Durchführung der Versuche bin ich Herrn Professor Dr. K. Richter und Herrn Professor Dr. P. Ehrenberg zu besonderem Dank verpflichtet. Herrn Dr. P. Moldrickx, Frau A. C. Ehinger und allen denen, die an der technischen Durchführung der Versuche mitgeholfen haben, sei auch ergebenst gedankt.

Printed in Germany Großbuchdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen (Anhalt)

Lebenslauf.

Am 14. Mai 1914 wurde ich, Ernst Bizer, in Ulm a. D. als Sohn des Oberlehrers Eberhard Bizer und seiner Ehefrau Berta, geb. Stoll geboren. Ich besuchte das Gymnasium in Ulm, wo ich im Frühjahr 1932 die Reifeprüfung ablegte.

Auf dem Gut Christophshof der Gräfl. Degenfeldschen Gutsverwaltung (Gutsverwalter Hiller) in Württemberg und auf der Gutspachtung des Herrn Friedrich Rodrian, Erbacherhof in Oberhessen, erhielt ich meine praktische Ausbildung für die Landwirtschaft. Im Sommer 1934 war ich ein halbes Jahr im freiwilligen Arbeitsdienst in Schleswig-Holstein an der Westküste.

Vom Wintersemester 1934/35 bis Sommersemester 1937 studierte ich an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, wo ich am 30. Juni 1937 die Diplomhauptprüfung ablegte. Seit dem 1. 9. 1937 bin ich wissenschaftlicher Assistent am Institut für Haustierfütterung der Staatlichen Versuchs- und Forschungsanstalt für Tierzucht in Kraftborn, Kreis Breslau.

Printed in Germany

Großbuchdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen (Anhalt)